

# 地植物学法 在地質和水文地質 調查中的应用

C. B. 維克托罗夫著

地質出版社





58.856

743

# 地植物学法 在地質和水文地質 調查中的应用

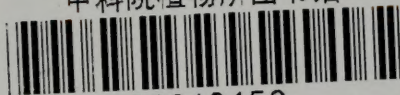
C.B.維克托罗夫 著

唐永鑾 吳靜如 譯

地質

1957.1.8. 赠予北京

中科院植物所图书馆



S0018456

地质出版社

1956·北京

27403

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

С. В. ВИКТОРОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО МЕТОДА  
ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ

издательство АН СССР

Москва 1955

全書除序言和結論外，分为三章：第一章为地植物学法在地質和水文地質調查中發展簡史，第二章叙述了作为植物地理因素的成土母質，第三章叙述了对地指示植物調查有意义的植被特征。前兩章主要根据文献資料綜合而成，同时也包括了一些作者亲身觀察的資料，第三章完全介紹在地質和水文地質調查中一些地植物学法的应用。作者詳尽地分析了他亲身利用这些方法在中亞細亞工作的結果，同时在这章中根据地面和航空觀察資料制成許多有价值的圖和表，而苏联航空地質托拉斯、苏联科学院地理研究所、地植物学界和地質学界又給本書提供不少新的資料。所以本書是地質和水文地質工作者一本極有价值的参考書，尤其在植被密盖、自然露头缺少和沙漠地区进行地面和航空的地質和水文地質調查工作时，本書有很大的指导意义。此外，本書还可供地植物学家、地理学家及土壤学家参考。

地植物学法在地質和水文地質調查中的应用

著 者 С. В. 維 克 托 罗 夫

譯 者 唐 永 變 吳 靜 如

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 厂

北京广安門内教子胡同甲32号

編輯：左全农 技术編輯：李璧如 校对：洪梅玲

印数(京)1—6800册 1956年12月北京第1版

开本31''×43'' 1/16 1956年12月第1次印刷

字数170,000字 印張7 1/2

定价(10)1.10元



# 目 录

序言.....	( 4 )
第一章 地植物学法在地質和水文地質調查中的發展簡史 .....	( 7 )
地植物学法在地質学中的發展 .....	( 7 )
地植物学法在水文地質学中的發展 .....	( 26 )
国外文献簡述 .....	( 30 )
第二章 作为植物地理因素的成土母質 .....	( 35 )
成土母質对植物分佈的影响 .....	( 35 )
在不同地区表現出的植被与岩石及水文地質条件的关系 .....	( 50 )
岩層区和植被 .....	( 68 )
第三章 对地指示植物調查有意义的植被的特征.....	( 77 )
在地指示植物調查中被利用的岩層的植被差異的类型 .....	( 77 )
植被的一般生态-外貌性質的差異.....	( 78 )
植物种屬的差異 .....	( 81 )
各个植物种和种內变型与地質条件的关系的差異 .....	( 88 )
不同岩層上种的生活强度的差異 .....	( 110 )
在不同岩層上种和羣落分佈的差異 .....	( 113 )
在不同岩石和水文地質条件下植物發育节奏的差異 .....	( 149 )
地質調查中利用地植物学法的經驗 .....	( 150 )
对为地質和水文地質的目的組織地植物調查的某些意見 .....	( 158 )
結論.....	( 163 )
参考文献 .....	( 167 )
本書中提及的植物一覽表 .....	( 183 )



## 序 言

进行地質和水文地質調查时，在运用的輔助方法当中，地植物学的方法已得到某些广泛的运用，这个方法在于利用植被当作某一岩層或地下水某一类型分佈的標誌。

在地質学中运用地植物学的方法的問題首先是俄罗斯学者 A. 卡尔宾斯基于 1841 年提出的；这一年可以当作为地質学的目的进行地植物学研究的开端。不过最初对这个問題进行的研究是很少的。使地植物学方法在地質学中發展所作的工作最多的不是植物学家，而是地質学家—П. A. 奥索斯科夫、H. K. 維索茨基，他們企圖使地質制圖过程簡化并且更加精确，因而利用地植物資料作为補助的資料。

同时，在植物地理和植物学中积累了大量的实际資料，虽然与地質調查没有任何的联系，但是它对在地質学中拟定地植物学方法却有很大的价值。在某种岩層上存在一定植物种的事实是常有的；在这些事实当中，例如有蛇紋石的特殊植物区系（涅烏尔 *Nevole* 1926），異極矿植物区系（在含有鋅的基質上），含銅（貝利 *Bailey*, 1889）和錫（拜什拉格 *Beyschlag*, 克魯什 *Krusch*, 伏格特 *Vogt*, 1913）的岩層的植物区系，这些事实已收集在大家知道的植物地理通报和教科書中。在地植物学中，愈来愈明确了植物和环境有着紧密而不可分割的联系的概念；根据这些观点，会容易理解 B. B. 多庫恰耶夫关于自然界各种要素相互联系的見解。上述概念乃是把植物和植物羣落作为这一或另一环境条件的標誌来研究的根据。

在俄罗斯植物学家以及某些外国学者（拉林 *Ларин*, 1926；涅姆奇諾夫 *Немчинов*, 1934；拉門斯基 *Рамонский*, 1938；布拉季斯 *Брадис*, 1939；柯齐萊年 *Cotilainen*, 1928；卡茨 *Katz*, 1928 等）的著作中曾經詳細研究过植物羣的一般指示作用。不过無論是証明植物羣与地質条件的关系的事实或者植物羣指示作用的概念均沒有利用去解决地



質調查的实际生产任务, 并且在植物学和地質学的領域中仍然存在着某些脫节的現象。

航空測量在地質学中的运用, 使地植物学和地質学綜合的調查(地指示植物的調查)得到了很大的發展, 因为植物羣是地方航空攝影重要要素之一, 例如在苔原帶(戈罗德科夫 Городков, 1935; 安德列耶夫 Андреев 与潘菲洛夫斯基 Панфиловский 1938), 以及在沼澤上(加耳基納 Галкина, 1937 а, б; 裘卡列夫 Дюкарев, 1936), 森林中(普罗宁 Пронин 1935), 半沙漠(庫尼岑 Куницын, 1934) 和局部的沙漠中(彼得罗夫 Петров 1934)。因此, 利用植物羣作为在地質和水文地質方面判讀航空像片的工具具有很大的意义。

目前, 很多指示都已指出地植物标誌在地質、地貌和水文地質方面判讀航空像片的重要性。甚至还能利用栽培植物羣的性質的觀察来評價岩石和水文地質的条件(洛巴諾夫 Лобанов 1948)。在刊物上, 登載过个别地質調查的記錄, 其中利用地植物的标誌来判讀航空像片(例如列茲沃依 Резвой, 1947), 也出現过地植物学者和地質学者合編的綜合著作, 其中研究了植物羣落与地質条件的关系和它在地質判讀工作中的实际运用(西多連科 Сидоренко 和米赫尔松 Михельсон, 1948 等)。

在地質教科書中也开始用不大的篇幅涉及到地植物学方法; 在 A. E. 費尔斯曼的著作中(1939)有不長的独立一章也談到了指示植物。

自 1945 年起, 地質部中央航空地質考察团(現为全苏航空地質托拉斯)开始規定在某些野外地質考察团的組成中有特有的地植物队, 它的职责在于运用地植物学方法給地質队以帮助。在某些地質考察团的工作中, 地植物学方法开始成为工作中的补助方法。

不过这种情况只是更鮮明地說明了地植物学方法的各个基本原理还没有闡明。例如到目前为止, 在頗大程度上对地植物学方法的理論基础仍然沒有加以研究, 而它并不是不重要, 并且帮助地質学进行的地植物調查应有的具体形式也沒有搞清, 應該如何能够最迅速、最精确闡明与地質学和水文地質学有关的植被特征的方法仍然不明确。



同时也沒有搞清楚这样一些問題：在怎样的範圍內确定某一地区与另一在某种程度相似的地区的植物羣和地質条件之間分佈上可能的联系。

为了奠定地植物学方法的根据和最合理、有效地运用这种方法，首先必須解决下列几个問題：

1. 这个方法的發展史分几个基本阶段以及它的总结如何；
2. 在現代自然科学中，特别是在地理学中有那些理論的概念可以論証这个方法；
3. 有那些植被的外貌和特征可以利用作为地質和水文地質調查时的輔助标志；
4. 为了地質和水文地質的目的，那些地植物学工作的形式和方式最合理；
5. 有計劃地运用地植物学方法，在研究植物羣落和植物种与地質和水文地質条件的关系上达到了什么样的实际結果。

一直到現在，我們還沒有任何一本著作对这些問題，那怕是局部地，系統地加以研究过。但是中央航空地質考察团的地植物工作的經驗能使我們做出某些一般的結論，这种結論可以作为繼續进行地指示植物調查的根据。

本著作总结了在地質上运用地植物学方法的区域的六年观察和調查的結果，該工作是我們領導的全苏航空地質托拉斯的地植物支队和大队在中亞細亞不同地区进行的，如果这本著作，那怕是在很少的程度上能幫助我們將地植物学用于地質和水文地質調查中，則此著作完成了我們拟定的任务。

在这里必須深切感謝全苏航空地質托拉斯、苏联科学院地理研究所全体人員和領導同志以及地植物学界和地質学界對我們完成本著作所給予的一切幫助，特別要感謝 E. A. 沃斯托科娃給我們整理了一系列材料并同我們一起完成了許多的观察。



# 第一章 地植物学法在地質和 水文地質調查中的發展簡史

## 地植物学法在地質學中的發展

所有的文献材料，順序地加以研究，可以得到地植物学方法在地質學中發展的概念，这些材料可分为下列三大类：

1. 研究將地植物学方法直接运用到地質學和 水文地質學中的著作，即在某种程度上詳細地研究有关利用植物羣作为某領域的成土母質、地下水、岩石情况和構造情况的指标的問題的著作。

2. 沒有研究地植物学方法在地質學中运用的著作，但其中包括存在于一定地質或水文地質条件下的某植物种或植物羣落的生态和植物地理的觀察或者和成土母質或底土潤湿条件变化有关的植物羣外貌变化的觀察。

3. 第三类著作虽然沒有包括任何植物与地質的关系的材料，但其中表述了哲学的、普通生物的和普通地理的觀念，在理論上，論証了运用地植物学方法到地質學中的可能性。这样的著作基本上是自然科学和地理大师——B. B. 多庫恰耶夫、B. P. 威廉士、П. A. 科斯提契夫和其他一些現代学者的著作。

在本章中，我們順序地研究第一类文献材料，特別注意研究地植物学方法創始人的著作；第二类和第三类著作順便在敘述第二章内容时予以研究。

將地植物学方法运用到地質學中的 創始人是 A. 卡尔宾斯基（地質學家 A. П. 卡尔宾斯基的祖先）。1841 年，曾出版了 A. 卡尔宾斯基的著作，其名称如下：“在岩層和層系上生長的活的植物是否能作为它們的指示物？地球構造學者(геогност)是否值得特別注意它們的生長地？”，書中最先对利用植被作为岩層標誌的可能性进行了科学



的分析。这样卓越的著作是不应当被遺忘的，到 1938 年，C. Ю. 利普什茨在其俄罗斯植物学史的一篇研究論文的評語中就提到了这本著作。

在 A. 卡尔宾斯基本人的著作中首先談到影响“决定生長地”的因素，即影响植物生長地性質的因素。A. 卡尔宾斯基对于这个問題的見解可以轉述于下：

(a) 植物分佈不只是决定于岩層和土壤的屬性而且也决定于气候条件；

(6) 植物不生長在裸露的岩層上，而生長在土壤上，土壤的屬性不只是决定于成土母質的特征，而且也决定于有机質和被水自外帶來的物質等；所有这些影响好像消除了由母岩特征引起的差異，因此“植物的土地（土壤——C. B. 維克托罗夫）比作为它基础的岩層的差異小”（69—70 頁）。

(B) 甚至直接和其岩石有最紧密联系的地衣——植物都生長在岩石已稍变化的表面上，所以在变化阶段相同的岩石上可能会碰到同种的地衣；此外，在物理性質最接近的岩石上，可能有类似的地衣植物种屬。

值得注意的是 A. 卡尔宾斯基的关于土壤形成与特性的敘述和多庫恰耶夫对土壤的認識很接近。例如他說过土壤發生“是由于植物和动物的腐爛以及腐爛的物質与已破坏的岩層的結合”，土壤“在其組織中分明包含有被水帶來的、被風所搬运来的和有机体腐爛而殘留的各种不同的物質”（見 69—70 頁）。显然，把土壤当作岩層和有机界相互作用發生的独立自然体的概念和 A. 卡尔宾斯基的概念并不是格格不入的。

其次，A. 卡尔宾斯基列举过不同的学者在不同岩層上看到同一种植物的一些例子。我們將 A. 卡尔宾斯基举出的所有例子綜合为下列圖表。应当指出，A. 卡尔宾斯基并没有完全註明他举的例子中获得資料的来源。



植 物	分佈地区和条件	观 察 者
黃楊屬	比利牛斯山脈；石灰質頁岩 布列塔尼和奧維爾尼；火山岩 科布林茨周圍；火山岩	德坎多尔 (Кандоль) 德坎多尔 列澤 (Лезе)
栗 屬	侏罗山；在砂岩和石灰岩上	
齐墩果屬	大部分在石灰岩上，但是在普罗凡斯 系在花崗岩和玄武岩上，在亞平宁山脈 則在頁岩上	德坎多尔
璋牙菜屬和櫟 木屬之种	花崗岩 石灰岩	德拉帕尔諾 (Драпарно) 德坎多尔
云杉	通常認為云杉不生長在石灰岩上，但 是在侏罗山的石灰岩上分佈很广	然桑 (Жансань)
老鵝草屬之种： <i>G. Sanguineum</i> <i>G. robertianum</i> <i>G. pratense</i>	玄武岩 石灰岩	托姆松 (Томсон) 德坎多尔
芹叶橐牛兒苗 ( <i>Erodium cicutarium</i> )	通常認為这种植物不生長在石灰岩上， 但是在蘭格托克它是这种岩層上的代表 植物	托姆松
十字形龙胆 ( <i>Gentiana cruciata</i> )	常常發現在石灰岩上，但在阿尔泰分 佈在鹽漬草地上	墨伊耶尔 (Майер)
陰地蕨屬一种 ( <i>Botrychium lunaria</i> )	在彼德堡四周，部分在石灰岩上，但 在其他岩層上也能發現	
蒙丹三叶草 ( <i>Trifolium montanum</i> )	在彼德堡四周，分佈在石灰岩上；在 莫斯科以下在砂質土上	

这些資料許多是根据偶然的观察得来的，而且也已經陈旧了。我們引用这些資料只是为了表明 A. 卡尔宾斯基安排的那些实际資料；很明显，这些材料不多而且不十分准确；因此 A. 卡尔宾斯基的論文引起我們注意的，与其說是它的实际內容，勿宁說在于其中表明了深

刻的思想。

A.卡尔宾斯基总结了以往理論的見解和分析了实际的例子，作出下列結論：个别植物种不能作为地質調查时的可靠標誌。而且他还提出一个重要的見解，如果这样运用也有可能的话，则需要特別長期研究系列植物种和它們通常地質相关性發生差異的原因，并且地質学者必須有詳盡的植物学知識。無論这方面或那方面均是困难的。由此自然而然会得出結論，利用植物羣作为地質標誌須要專門的植物学家参加。

A.卡尔宾斯基对运用个别植物种作为岩層的標誌給予这样尖銳的批評，在它的論文的最後部分中，曾發表过很重要的見解，“地表任何……空間的植物种屬的观点（67頁）可能給岩層和土壤以較正確的概念，發表这种見解好像是偶然的，并且沒有詳細發揮。其实这种見解的發表，已指出利用植物羣作为標誌的一些新方向，因为，很明显，这里 A. 卡尔宾斯基所謂的“植物种屬”就是指整个植被而言，即指植物羣落的总体。换言之，A. 卡尔宾斯基对个别植物种的指示作用是極怀疑的，他推想植物羣落是比較可靠的標誌。应当指出，自 A. 卡尔宾斯基著作出版很久以后，才明晰区分植物种屬和植物羣的概念。

他的著作对研究这些問題的意义簡述于下：A. 卡尔宾斯基指出个别植物种的地質相关性的簡單圖式和概念不能运用到地質实际工作中去，并且指出研究這個問題必須有專門的植物学家参加，最后在总的形式中，他拟定了生物標誌（植物羣落）学說發展的新道路（見維克托罗夫 1947a）。

A. 卡尔宾斯基的观点比当时在自然科学中占有統治地位的关于植物和岩層关系的概念要进步得多。这些关系也表述在当时大部分自然史的著作中，不过总認為不同的植物种和不同岩層有着直接和密切的关系。在 A. 卡尔宾斯基著作出版的同一年和同一雜誌中，刊登过关于植物生理的短文可以作为代表，其中簡單地敘述了岩層和植物羣的相互关系，并且指出每一种“石”層对植物有特殊的影响，所以其中有一种植物能很好地生長在花崗岩上，而另一种植物生長在片麻岩上，第



三种植物則生長在石灰岩或砂上。

A. 卡尔宾斯基的批評，指出这种解釋植物与地質的关系是如何片面和簡單，事实上这問題是如此复杂，并且特別重要的是他多少提出了解决这問題的途徑。

利用植物羣作为地質調查的標誌問題在当时显然引起范圍較广的許多学者的兴趣，1853年即 A. 卡尔宾斯基的著作出現后 12 年，出版的“野生植物生長和土壤組成的相互关系”的短而極有趣的專論就証明这一点。在这篇專論中，敘述了根据植物种分辨含鋅和含鉄岩層的可能性（而且指出鉄鹽影响植物的顏色），指出了在粘土、砂和碳酸鹽岩石上植物羣的差異，并且援引了一些簡明的資料；摩尔(Моль)确定在瑞士和奥大利的阿尔卑斯某些植物生長在石灰岩上，而另一些植物生長在花崗岩上，但是又指出德.坎多尔証明这种相关性純粹是地方性質的。在这簡明的报导的結尾，作出下列最有趣的結論：“这样一來，虽然不能否認在这不大的地方，在一定的礦物質組成的土壤上生長着一定的野生生長植物种（加重点是作者加的——C. B. 維克托罗夫），不过也不能由此得出結論：在其他地方，同一植物种会經常生長在相同的土壤上；决定这一或另一植物的存在，不是土壤的礦物質組成，而是气候和土壤屬性的相互关系”（14頁）。在这篇評論中看来可能找到 A. 卡尔宾斯基發表的觀念的某些反应。可惜，A. 卡尔宾斯基的著作終究沒有为当时学者所注意。在各种情况中，我們可以認為 П. A. 奥索斯科夫是 A. 卡尔宾斯基之后的第一个学者，他重新又开始研究在 A. 卡尔宾斯基著作中沒有提到的一些問題。

地質学家 П. A. 奥索斯科夫的工作是在 1893 年在查苏尔森林中开始的。这些工作的結果于 1899 年出版。根据 П. A. 奥索斯科夫的意見，查苏尔的地質結構相当簡單：基岩是下白堊紀和侏罗紀含鉄泥灰岩和頁岩，但是在頗大范圍內这些沉积为砂層所掩盖。当地質制圖时，自然必須确定这些沉积类型分佈的界綫。不过在执行这样任务时，調查者会碰到很大的困难。那里完全为森林所掩盖，純粹是难以通行的躺臥成堆的倒树，沒有自然的露头，因而不可能运用通常的地質調查的方法。П. A. 奥索斯科夫力圖克服这些困难，于是他运用了



地植物学法。

在他較晚的某一著作中，П. А. 奧索斯科夫叙述了他于 1893—1894 年运用地植物標誌調查查苏尔地質結構时的初步經驗。在查苏尔比較特有的林場进行地質調查时，特别是在寻找鉄矿矿床时，除了根据地質和等高綫的資料外，他还遵循了森林和岩層的地質層理的相互关系的一般觀念的資料（奧索斯科夫，1909）。

自 1909 年至 1913 年，П. А. 奧索斯科夫發表了一系列的論文，彙成專集的标题为“森林植物羣与基岩的地質組成的关系”（1909 年 2—3, 4—5, 8—9 期；1911 年，1912 年）；此論文專集形式上是从“林場管理总局地質报告說明書”中选出的（П. А. 奧索斯科夫該年在該局工作），實質上它是順序地有明显目的地研究不同組成的森林生長在一定成土母質上的初次經驗。

在理論方面，他著作的第一部分（1909, 2—3 期）最重要，其中包含作者对森林植物羣的地質相关性的一般見解。П. А. 奧索斯科夫見解的基本要点由他自己發表的意見可得到很好的說明，領域的全面地質調查應該根据合理的森林經濟来确定，因为母岩是土壤形成的最重要因素之一，并且是当地水文地理的最重要的条件。根据他的意見，地方的地形、土壤的組成和屬性、地下水的分佈和狀況等决定于基岩的組成和屬性，也决定于地方的地質年齡。所以 П. А. 奧索斯科夫認為研究每个地方的土壤應該从基岩的地質研究开始。

由上述的情况，可得出下列結論：П. А. 奧索斯科夫对地質因素在土壤形成中的作用給予了稍高的評價。不过，在 П. А. 奧索斯科夫关于木本植物种和有深根系統植物方面的見解到現在还有它的意义。

在同篇論文中，作者曾叙述过研究这問題的簡史。在包含这問題的著作中（其中 П. А. 奧索斯科夫列举的有 П. С. 帕拉斯、И. И. 列彼欣、Р. 穆尔奇松、П. И. 雷日科夫、И. М. 馬尔特雅諾夫、Г. И. 湯菲里耶夫、С. 科尔仁斯基、С. Н. 尼基亭和 Н. Ф. 波格列博夫的著作），他很注意研究动物学家 М. Н. 波格达諾夫（1871）的著作，在这本著作中，曾援引过这样的資料：純粹松林在伏尔加河沿岸生長在第



三紀石英砂上，混合有闊叶樹種的松林生長在泥質砂岩和砂質頁岩上，灰色松林和密叢草類生長在第三紀以後砂質河流沉積上，闊叶林生長在頁岩上。關於其他作者的著作，П. А. 奧索斯科夫指出他們大部分只在“某些方面，順便”涉及到這問題的研究，只在С. 科爾仁斯基(1888, 1889)、Г. И. 湯菲里耶夫(1894)、С. Н. 尼基亭和 Н. Ф. 波格列博夫(1894)的著作中對這問題研究得稍為詳盡。

上述 П. А. 奧索斯科夫著作中敘述的查蘇爾森林的實際資料，乃是1893—1894年觀察的進一步的發展。利用地質資料，植物資料及圖的精確對比，П. А. 奧索斯科夫很精確地確定不同類型的森林顯然生長在一定的岩層上。這種關係可以由我們根據 П. А. 奧索斯科夫資料擬定的下列圖表來說明：

岩 層	森林類型（廣義）
夾有鉄礦層、球菱鉄礦以及石灰岩夾層的下白堊紀和侏羅紀暗色頁岩和泥灰岩	闊叶林（櫟屬、榆屬和椴屬）
同一岩層，其上復有不厚的砂層	混有云杉的闊叶林
第三紀砂層	純粹干燥松林

П. А. 奧索斯科夫對索依亭分水嶺援引過一系列稍為不同的資料：

岩 層	森林類型（廣義）
下白堊紀頁岩和泥灰岩	闊叶林（多少有些云杉，其組成極複雜）
白堊及似白堊的泥灰岩	櫟屬佔優勢的闊叶林
第三紀砂	松林

在以後的著作（1909, 4—5 期）中，П. А. 奧索斯科夫提到他于1905—1907 年在查蘇爾不同林場調查的結果中得到許多實例，並且以這些實例說明了他確定的規律。這著作與他的以前論文相比較，在原則上，沒有包含任何新的東西。



在同年出版的第三部分論文（1909年8—9期）中，他研究了納里托夫和科尔热夫林地（旧西姆比尔斯克省）的森林植物羣与地質的关系。对納里托夫林地的观察可綜合为下列圖表：

岩 層	森林类型（广义）或木本植物种
第三紀砂質頁岩（蛋白石）	闊叶林（槭屬、櫟屬、槭，其中較重要的差異，有欧洲山楊）；森林沒有樹干高大和品質優良的特征。
土倫建造（白堊紀）的白堊和泥灰岩	高大而整齐的櫟屬占优势的闊叶林（櫟屬、槭、槭屬、榆）
暗色下白堊紀頁岩[戈利特（Гольт）、亞普第（Апт）、侏欧克姆（Неоком）世]	樺木林或樺屬占优势的闊叶林
冲积砂	混有樺樹的湿潤針叶林
河流阶地的淤泥—黏土冲积層	櫟屬、欧洲山楊、赤楊

对科尔热夫林地进行过有意义的观察，說明在第三紀蛋白石上松林的外貌有显著的变化：它生得矮而細小，并且生長不正常。

必須着重指出，在这本著作中，П. А. 奥索斯科夫不仅叙述了不同木本植物种在不同岩層分佈間的联系，而且也指出了在一定岩石上这一或另一植物种的狀況（对科尔热夫林地的松林而言）和不同沉积上的羣落的外貌（对納里托夫林地而言）。

在上述奥索斯科夫論文集以后的一些論文中（奥索斯科夫1911），說明了著者在基尔裴舍夫、阿尔布澤夫和仙吉列夫林場（西姆比尔斯克城地区）对木本植物与地質的关系的观察，在这些論文中，列举了个别林場的許多观察結果，可將其綜合为下列圖表：

岩 層	森 林（指 广 义 而 言）类 型
白堊和碳酸頁岩	櫟屬占优势的森林
夾有磷塊岩間層的暗色頁岩	多种闊叶林（在各种石灰岩上以櫟屬占优势，在純粹頁岩上以樺樹占优势）
第三紀砂層	松林



在个别林場进行过極有意义的观察。例如奥索斯科夫指出在伏尔加河上左尔山 (Зольная гора) 地区(在西姆比尔斯克以上), 直接由碳酸頁岩構成的成土母質的地方, 木本植物种以櫟屬占优势, 而在坡积層复盖的地方, 以椴屬、榆屬和欧洲山楊占优势(同上, 481 頁)。在这著作中, 当闡明植被和岩層間的依存关系的性質时, П. А. 奥索斯科夫也利用了在一定岩石上个別种和整个植物羣落的外貌特征。如基尔裴舍夫林場, 他指出森林的質量、密度和繁茂的情况决定于侏罗紀原岩的物理性質和化学成分。他也观察到在成土母質为砂藻土的地方, 只發現矮生和树干細小的椴屬, 树龄不到 70—80 年, 树干的直徑为 1.6—1.8 公分。

1912 年, П. А. 奥索斯科夫繼續發表了在上述論文集中的一些論文, 但是在論文中屢次敘述的內容是屬於薩馬尔弓形地帶(Самарская Лука)的資料。奥索斯科夫將他自己进行的地質和植物观察的結果和 Р. И. 阿博林著作中关于日古利山植物羣的資料加以对比, 断定二疊紀(疏松石灰岩和泥灰岩)和石炭紀(塊狀石灰岩)沉积上的植物羣有所不同; 前者以闊叶树(櫟、槭、榆)为主, 后者为混杂着旱生草原植物羣地段的干燥松林。

簡要論述奥索斯科夫的著作以后, 可以断定它們是首先企圖在地質学中实际运用地植物学方法。其中广泛利用了各种地植物的特征——森林种的組成、不同木本植物种的相互关系、个别植物种狀況及其外貌作为地質条件的标誌。

另一学者——Н. К. 維索茨基也运用了地植物学法, 但和奥索斯科夫的著作無关。在 1904 年他發表了“北烏拉尔某些地植物观察”的著作。作者(也是地質学家)在旧彼尔姆省北部, 前烏拉尔山脊东部範圍内工作时, 發現不同森林类型和不同岩層間的相关性非常明显, 認為可能利用这种相关性作为地質工作时的輔助标誌。按照 Н. К. 維索茨基的描述, 他工作的地区是以变質片岩占优势的地塊。在它的範圍内散佈着各种大小的橄欖岩、異剝橄欖岩和輝長-閃長岩的島狀露头。这里在变質片岩上生長着郁蔽的云杉-冷杉林; 其中橄欖岩露头上發育着公园式的透光的單純的松林和發育良好的草被。这里, 松林

和橄欖岩的关系是如此明显，以致当地居民称这些岩石为“針叶树岩”（Боровика）。Н. К. 維索茨基強調指出，松林的界綫是十分明显的；在橄欖岩露头界綫之外，片岩發育的区域，松林立刻消失。在由異剝橄欖岩和輝長-閃長岩組成的地段，也有松林存在，但是它具有另一种性質：在異剝橄欖岩上發育的为松树-闊叶林，在輝長-閃長岩上生長着松树-雪松林。此外，維索茨基指出在这些岩層上 还混合着他种树木，而且森林的郁閉度也增加了。在他作过岩層的化学分析的敘述中，他力求將不同森林类型的更替与岩層的成分联系起来。最后，他直捷了当地指出在他工作的地点，根据区域的地質結構，可以預知其上可能發現那些类型的森林，相反，根据森林也可以确定地質的結構。

簡要敘述 Н. К. 維索茨基著作以后，就可明显地看出，他的著作和奧索斯科夫的著作都是首先从事这项研究的著作，研究在一定地区範圍內植物羣落与地質的关系，并指出根据岩層上發育的植被来辨別岩層是有实际的可能的。應該強調指出，上面談到的 А. 卡尔宾斯基的著作主要是以文献中資料的对比为基础的，而 П. А. 維索茨基和 Н. К. 奧索斯科夫的著作則是由自己亲身調查的材料編写而成的。Н. К. 維索茨基著作的重要特征在于其中利用作为某岩層的代表性的標誌不是某一植物种，而是一定的植物羣落；同时植物羣落不只是以某一木本植物占优势为其特征，而且也反映总的景观外貌。例如，Н. К. 維索茨基說过：生長在橄欖岩上的是“公园式的透光”松林，頁岩上为“郁蔽”林，在閃長岩上森林“比較密茂”，同时他也稍微提到了林中的草被。除了 А. 卡尔宾斯基和 П. А. 奧索斯科夫以外，有充分理由可以認為，Н. К. 維索茨基也是地質学中的地植物学法的創始人之一。

論述了上述三位学者著作的一般理論上的結果以后可以看出：他們都作出了这样的結論，即地質学者利用植被結構的基本特征——种的組成、郁閉度、各个种的生活强度和植物羣落总的外貌作为鑑別岩層的輔助標誌是可能的。而特別有意义的是作出这种結論的不是地植物学家，而是在自己实际工作中直接运用地植物学法作为地質調查的有



效輔助方法的地質學家。

П. А. 奧索斯科夫認為，1910年出版的“在奧布希塞爾特森林中”的 Ф. П. 西蒙的著作，可以算是在地質學中運用植物標誌的難得的著作之一。這本著作的意義在於其中包括了在尋找有用礦物時直接實際運用地植物觀察結果的某些資料。

Ф. П. 西蒙的著作乃是他本人1895—1890年進行調查的結果。著者研究奧布希塞爾特森林的分佈，使他深信，只有從森林類型和成土母質最緊密的聯繫來進行研究，才有可能正確地理解這種分佈。作者利用他親身的觀察和地質學家 А. 卡爾賓斯基和 Д. Н. 索科洛夫的材

岩 石	植物羣落及其某些特征
堅硬石灰岩	(a) 在懸壁上為纖細的畸形的松樹和樹冠彎曲的樺樹 (б) 在石灰岩梁地上為草原錦雞兒 ( <i>Caragana fruticosa</i> ) 叢
暗棕色鉄質頁岩	雜有槭、光榆與櫟屬的樺林
紅色石灰質頁岩	混雜樺樹的松林
泥質頁岩	灌木型的、畸形的、發育不完全的松、櫟、歐洲山楊和槭屬叢林以及片斷“密叢”禾本科先鋒植物羣構成的複合體。“灌木”叢的高度一般不超過70—80公分。樹冠特別多節和彎曲。木本植物種沒有主根，根系有纖維狀結構
砂岩(作者稱為砂岩，應為礫岩)	(a) 在乾燥石質高原上為稀疏的闊葉林 (б) 在沼澤化分水嶺上為闊葉林、松樹及樺樹林 (в) 在松軟土層掩蓋的斜坡，為落葉松林和松樹與很彎曲的櫟樹和槭屬
紅色頁岩(在砂岩間的不大地段內)	單純而挺直的、很高的、稠密的樺樹林
松軟石灰岩	矮生彎曲的櫟林和林下草原雞錦兒叢
石英岩和壁玉	沒有特殊的植物羣落；而在堆積岩層裂縫中的砂上發育着組成極複雜的植物羣聚

料，將他研究的奧布希塞爾特部分的範圍內分出下列岩層：部分大理岩化的堅硬石灰岩，部分含鉄質、部分含石灰質的頁岩、泥質頁岩、砂岩、疏松石灰岩、石英岩和碧玉。

Φ. Π. 西蒙對每一種岩層上的植物羣曾進行過極詳細的描述。這裏沒有必要詳細來研究，只將他的主要結論編為圖表（見17頁）。

甚至由上列圖表可以明顯地看出，在 Φ. Π. 西蒙的著作中敘述木本植物羣落的地質相關性是極詳細的，而且他不只是利用在某些不同岩石上佔優勢的一定的木本植物種的這樣標誌，而且也注意到生長在不同基質上樹木的外部形態（見上，如頁岩上櫟屬和椴屬的灌木型等等）。在這本著作中最有意義的細節是關於頁岩上植被分佈的觀察，這使它有可能列入在地質學中運用地植物學法的著作之列。

在覆蓋含鉄頁岩的闊葉林之間，Φ. Π. 西蒙發現有林中曠地，其上沒有看到樹木生長過的痕跡。根據周圍森林和林中曠地的性質，林中曠地的形成不會是由于砍伐森林的結果。林中曠地無林的原因，西蒙確定是由于林中曠地堆積着鉄赭石礦，它位於不到40公分的深處。Φ. Π. 西蒙說過：他曾將這種現象通知過別洛列茨克工廠的礦山工程師，工程師根據這個指示，進行過探查工作，結果獲得了良好的結果，而且上述的林中曠地還是礦層最接近地表的地方。這說明詳細研究不同類型的林地的地質條件乃是促使西蒙產生可能利用植物羣作為探礦的標誌的思想的原因，但是按照專業他決不是地質學家。所以 Π. A. 奧索斯科夫對 Φ. Π. 西蒙的著作有興趣乃是十分自然的。

在 Π. A. 奧索斯科夫最後的著作出版的同年，著名的俄羅斯地植物學家和生態學家 B. A. 克列爾發表了他在阿爾泰和薩烏爾山麓、額爾齊斯科耶半沙漠附近以及塞米巴拉丁斯克省的齋桑縣範圍進行調查的結果。B. A. 克列爾（1912）這些調查是根據下列理論出發的：自然植物羣是周圍條件特別是土壤條件的非常靈敏的指標。從地植物學法在地質學中發展的問題的歷史而言，克列爾著作中的最重要部分是他的附錄材料“卡爾德日爾河谷的可耕地和植物羣社的主要調查的鑑定表和簡要評述”。在這鑑定表中相當注意土壤——底土的條件；而且很明晰地確定某些植物羣落存在一定土壤和岩層上（例如，在“鑑



定”中提出个别的小蓬屬 (*Nanophyton erinaceum*) 叢藪是頁岩的代表，而小蓬屬和伏地膚 (*Kochia prostrata*) 东方茅草 (*Stipa orientalis*) 以及蒿 (*Artemisia sublessingiana*) 的組合是頁岩碎石的代表。所以利用鑑定表極簡便地查出：根据生長地条件可以鑑別出植物羣落（如本書索引中所列），根据植物羣可以估計土壤-底土的条件】。

Б. А. 克列尔編这个鑑定表，是为了对农学和土壤学有所帮助，而不是为了地質学的需要，虽然鑑定表本身以及他整个著作包括許多有关地質-地植物学的重要资料（例如曾詳細描述过花崗岩、頁岩上的植物羣）。但是鑑定表本身可以实际利用植物羣和基質特征的紧密联系来評定基質，这样詳細的鑑定表出現的事实本身乃是地植物学法在地質学中的發展途中的重要標誌。

在偉大的十月社会主义革命以前，所进行的最后一些地質和地植物学研究，很少發現在地質学中运用地植物学法（虽然可能在某些工作中也順便做了一些，这一点我們尚不太清楚）。只是 А. Е. 費尔斯曼提到了在厄尔巴島調查时他發現在蛇紋石和花崗岩上的植物羣有着显著的不同。

偉大的十月社会主义革命以后，学者們將植物羣看作底土条件的標誌的兴趣大大增加，因为只有苏維埃国家才有可能对很少調查的边区的自然富源进行有計劃的研究。由于巨大的經濟任务，需要在很短時間內調查广大而从前沒有研究过的区域，这样也就引起了考查工作者重新注意植被作为环境条件的指标。

学者們利用植物羣作为生态標誌的企圖明显地表現在地植物学家 И. В. 拉林 (1926) 的著作中。И. В. 拉林的所有著作乃是企圖以地植物標誌来决定环境条件的学者的实际指南。資料編排为分叉形式的表，成为决定生長地不同条件的总索引。在索引的第一部分中，首先划分出乔木-灌木羣落和草本羣落。其次，根据乔木和灌木在河谷中淹沒的条件以及土壤的机械成分和成土的类型进一步划分乔木-灌木羣落。他將草本植物羣分为草地植物羣和草原植物羣，同时又按照淹沒时期的長短，將前者划分为几个类型，又依照存在不同母岩的植物羣落，將后者进行很詳細而精确的分类。И. В. 拉林著作的这一部

分在地指示作用方面最有意义。按照他編的索引，根据地植物標誌可以鑑定下列岩層：(a) 似白堊的泥灰岩；(б) 第三紀灰色砂質頁岩；(в) 密致的石英質砂岩；(г) 黃褐色黃土狀的粘壤土；(д) 第三紀砂岩和砂；(е) 里海鹽漬粘土。作者曾詳細描述过里海沉积層上植物羣分佈和土与土壤形成阶段的关系。

在其他著作中，也涉及到利用地植物的標誌的問題，如地質学家 B. H. 納斯列多夫 (1922) 报导，在某一烟煤地区，曾根据岩層和森林的关系来确定侏罗紀煤層的界綫。在侏罗紀煤層之上为樺木佔优势的森林，而在周圍古生代岩層上發育着針叶林。稍后，地質学家 Д. Д. 切涅尔 (1932) 曾利用过这些標誌从事制圖工作。不过根据他的叙述，在侏罗紀頁岩和砂交互層上不是整片樺木林，而是森林草地和樺木小林。在 C. M. 特卡利奇 (1938) 的著作中，曾指出，当編制薩哈林的亞历山大罗夫斯克石炭紀矿区的地質圖时，曾根据下列岩層和森林的关系作为輔助標誌：在白堊沉积上以針叶泰加林为主，而在第三紀煤層上以云杉、檜屬、樺木佔多数的混合林为主。以后 Ю. A. 任丘日尼科夫引用过地質学家 Г. A. 伊凡諾夫的口头报导：他繪制米努辛斯克煤田圖时，也曾利用地植物学標誌来决定煤層露头的界綫。

1931年，地質学家 M. И. 索科洛夫發表了著作，在这著作中，他叙述了作为建筑路基的砂-礫-卵石沉积層的生成类型。而且他利用一定植物羣落作为寻找这种沉积的某种类型的標誌之一。他对植物羣描述得十分詳細，而且編制了相当完备的植物种屬表，并根据地植物学命名法制定了植物羣落名称表。M. И. 索科洛夫曾建議利用帶石南松林 (*Pineta callunosa*) 作为寻找古老阶地（第一級河漫灘上阶地）的黄色粗粒砂的標誌。

在卡模景观 (Камозый ландшафт) 条件下，著者認為以地植物標誌来寻找砂-礫-卵石沉积具有一定的意义。他很注意描述卡模小丘上各种类型的松林和小丘間低地的泥炭沼澤、沼澤松林与水蘚相互更替構成的綜合体。他認為帶石南松林、烏飯树松林 (*P. vacciniosa*) 与地衣松林 (*P. Cladinosa*) 是卡模砂和卵石的標誌 (索科洛夫, 1931)。



М. И. 索科洛夫在他自己的野外地質調查的实际工作中，显然也利用过地植物標誌，例如，他詳細描述过在穆尔曼斯克鐵道地区根据帶石楠与石蕊松林和具有密叢草本植物的混合林(云杉、椴屬、赤楊)的更替，来确定卡模砂和漂礫冰磧粘壤土間的界綫)。

М. Е. 特卡欽科(特卡欽科、阿索斯科夫、西涅夫，1939)也曾直接指出可能利用各种森林类型作为地質調查的標誌。他認為布良斯克地塊松林中的云杉系生長在砂間的海綠石夾層上，而同一地塊的云杉-闊叶林生長在似白堊的泥灰岩上，根据植被，可以編制出海綠石層的分佈圖，并且也可划分泥灰土。在这本著作中，还簡述了П. А. 阿索斯科夫和Н. К. 維索茨基的某些觀察結果。

在Л. Е. 阿林斯于1946年發表的短小著作中也曾提出利用地植物標誌寻找有用矿物。阿林斯的調查是在卡累利阿芬蘭苏維埃社会主义共和国和列宁格勒省进行的，著者由列宁格勒至奥涅加湖沿岸調查我国最美丽蘭科之一——喜鈣杓蘭(*Cypripedium calceolus*)分佈的条件，确定这植物种和含石灰質的岩層有着密切的关系。而且根据他的觀察，喜鈣杓蘭生長的多少在某种程度上决定于碳酸鹽岩層距地表的远近和复盖它的冲积層的厚度。

如由列宁格勒向南，在志留紀石灰岩高原上發現有許多喜鈣杓蘭，但是由此向东，随着石灰岩逐漸为冰积物所复盖，則喜鈣杓蘭就愈来愈少。在奥涅加湖沿岸喜鈣杓蘭只發現生長在白云石和白云石化的石灰岩上，而当这些岩層接近地表时，喜鈣杓蘭就形成了叢羣，其数量可以以百数来計算。

Л. Е. 阿林斯建議利用这种植物叢作为寻找白云石和其他含石灰質丰富的岩層的標誌，而这些岩層是卡累利阿芬蘭共和国所必需的，因为那里的土壤大部缺乏石灰質。同时著者指出，如果許多地点都發現有喜鈣杓蘭，那末这些地点对地質学家根据地植物材料进行預測就有很大的意义。而且他選擇顏色鮮明、具有特殊外貌和甚至不是地植物学家容易識別的很显著的植物作为標誌，因而大大提高了这本有意义的著作的实际价值。

根据植被来估价土壤鹽漬化对于植物学法在地質学中的發展也具

有一定的意义。大家都知道，B. B. 菲多罗夫（1930）在烏茲別克斯坦曾研究过这个问题。研究者把阐明个别植物种对决定土层鹽漬化的作用当作自己的任务，但是，利用这种方法也許能間接确定下伏岩層中的含鹽量。

运用航空測量进行地質調查大大地促进了地植物学方法的發展。为了国民經济的目的，特别是为了研究我們国家的地質情况，1917年也曾提出利用航空測量的任务（巴甫洛夫著作，1950）。在地理、地質和地形工作中利用航空測量方法的实践明显地使調查者深信，判讀航空攝影的材料只有在研究景观各种要素間的相互关系的基础上及其帶有綜合的性質的情况下才能获得最大的成功。因此，这自然而然引起了調查者注意地植物和地質（水文地質）条件的相互关系。这表现在地質学家和地植物学家共同执行的和共同为阐明植物羣和地質条件的联系的几項集体工作上。首先进行这种調查工作的是地質学家 П. A. 林加尔欽，地植物学家 E. C. 奥斯塔宁和土壤学家克尔祖莫。他們編制了卡拉-庫姆沙漠东南部的綜合剖面圖；而且綜合了剖面每段的地植物、土壤-地質、地形和水文地質的典型航空像片样本的剖面 和 材料。这剖面曾引用于 A. B. 加維曼的一本著作中。

A. B. 西多林科和 O. A. 米赫尔松（1948）在巴德赫茲（南土庫曼）进行楷屬分佈的調查同样也屬於地質-地植物学集体的工作。

在进行地質（A. B. 西多林科）和地植物（O. A. 米赫尔松）观察时，作者确定了楷屬和古第三紀岩層，甚至和它各个建造有着密切的关系。根据他們的意見，这是由于这些岩石含有碳酸鹽和具有有利的水文地質条件所致。調查者利用这点作为航空观察进行地質制圖的輔助标志时，也阐明存在着与此相类似的情况。根据他們报导，从飞机上按照楷屬的分佈进行观察，可以無錯誤地决定岩石和它的年齡差異。

地質学家也曾运用地植物材料完成了个别的航空地質工作。如 Д. П. 列茲沃依（1947年）对南費尔干納的最新地質構造进行的調查就屬於这类工作。Д. П. 列茲沃依在索赫河流域进行地質測繪分析航空照片时，發現特別圖样好像有較暗的“桥”橫切索赫河谷的較淺的底



色。像片上这种陰暗的顏色是由于这些地方草类和灌木植被發育的結果。因而，这些地段和其他沒有植被、裸露的卵石面有显著的不同。从这些地方的地質結構来看，証实这些“綠色桥”正是处在遭受背斜弯曲的原岩（白堊、老第三紀、新第三紀和古第四紀岩層）的地方，上述叢林的出現，作者認為与卵石河漫灘中河床下的水流的壅水、岩層的背斜隆起以及和壅水相联系的有利的湿潤条件有关。

最后，應該指出，在教科書和方法指南的一些著作中也注意到了在航空地質和地面地質調查时对地植物学法的运用。例如在 A. E. 費尔斯曼（1939年）的教科書中，有專門的一章叙述“指示植物”。运用航空測量方法的个别論文的作者（拉甫罗夫、普列德捷夫斯基和林加尔欽等，1936年）也指出判讀地質情况时地植物标志的重要性。Ю. A. 任丘日尼科夫（1935年）在煤炭地質指南的含煤層标志的一章中分出两个小段專談利用地植物标志寻找煤炭的問題。这样，地質学中运用地植物学方法的指示逐漸貫徹到了有关教学和方法指南的文献中。

上面已經提过，自 1945 年，苏联地質部的航空地質机关开始在地質勘察队的組成中首先包括个别地植物学家，以后則有整个地植物学队参加。

这些地植物学队工作的某些結果我們已綜合在一些論文中。其中第一篇論文發表在 1947 年（維克托罗夫，1947 年 6）。在这篇論文中叙述了为地質調查的目的运用地植物分区的問題。在奇利-烏斯童和奇利-馬依蘭山（东費尔干納）以及費尔干納山脈和克茲尔庫姆古生代殘山地区（庫利米克套山和奧明查套山）运用航空測量进行的工作，使我們相信，無論由任何岩層組成的多么大的地区，虽然植物羣落相当复杂，但是外貌特征仍十分明显（由于有一定羣落和一定生活型佔优势），所以划分特有的地植物区是可能的。这样，只要大体上对地質調查可能有作用的植物羣的最一般的外貌的特征进行研究就可以了。

在稍后出版的調查报告中，我們力圖將沙漠植被的某些結構特征和地質与水文地質条件的更替联系起来（維克托罗夫，1947 年）。为

此，我們研究了在不同条件下，某植物种植株分佈密度的变化（以特有的分佈圖表表示）以及在不同沉积層和地下水处于不同深度的情况下植株散佈性質（以分散系数表示）的变化，并且將地面觀察的結果和航空像片的判讀結合起来。在这里首先运用了計算出的分散系数来分析航空像片的材料，并且証实某地区实地測量制成的分佈圖和由航空攝影制成的分佈圖是相符合的。在此著作中，比上述著作更加詳尽地描述了一些植被圖片，这些圖片是根据不同的構造变动——断層、断裂等的航空像片制成的。

在以后的論文中（維克托罗夫，1945 6），我們力圖闡明土尔克斯坦南部石膏沉积層發育的区域（南費尔干納和克茲尔庫姆的石膏沙漠）的个别植物种和一定岩石类型的关系。根据一系列紀錄的統計材料，我們确定了在不同年齡、不同机械成分和不同石膏含量的沉积層上，植被种屬成分是不同的；許多喜石膏植物（гипсофитов）和一定岩石类型有着十分明显的联系。所以在地質調查的實踐中利用某些喜石膏的植物作为標誌可以查明石膏層的詳細結構。可見，在这本著作中，特別注意到了將植物种屬作为地質調查的標誌这一問題。

在更迟出版的著作中（維克托罗夫，1951），根据广大地区（烏斯秋尔特北部和中部一部分地区以及恩巴河沿岸草原）的地植物研究，我們拟定了地指示作用的綜合圖式，即調查区域的植物羣落与地質关系的圖式，并且指出这些地植物標誌对在西哈薩克斯坦工作的地質学家可能有輔助的作用。在这篇論文中，还收集了有关个别植物种和植物羣落与岩石的关系的材料，也彙集了在分佈最广的岩層上的不同植物羣落随着土壤形成过程的發展而更替的材料。

除上述我們亲身觀察的这些著作以外，还出版了兩本关于地質学中的地植物学法短篇文献：一本是比較一般性質的（維克托罗夫，1947 a），第二本主要是介紹有关中亞細亞的情况（維克托罗夫，1949 a）。

近年来，地質学中的地植物学法的知識也貫徹到普及科学的文献中。如 И. Д. 布魯丁在“环球”杂志中（1948）發表的論文，簡單敘述了 Л. Е. 阿林斯的觀察結果，并且介紹了一些关于植物生态的某些



其他事实（在南非白金矿的露头上沒有植物，某些植物种与一定岩層的关系），这些对地質学家來說是有意义的，同时他还順便提到了在航空地質調查时运用地植物标誌的可能性。

根据生長在某岩層上的植物的灰份中某些化合物的含量，可以确定該种成土母質中存在那些化合物，这种研究是地質学中运用地植物学（或更正确些說植物学）的主要的方向。依照 A. E. 費尔斯曼引用的資料，C. П. 阿列克桑德罗夫首先在南費尔干納运用了这种方法来寻找某种有用矿物。稍后，这个方法为 C. M. 特卡利奇（1938）又进行了研究。最初，特卡利奇利用某些栽培作物（葱、蕨綱、車前草和燕麦）进行試驗，在試驗的植株上噴以各种可溶性的銅鹽、鉄鹽和鋅鹽，或者是將这些鹽类的粉末加入底土中；同时，另一同种的試驗的植株則用河水去灌澆。將試驗植株的灰份进行化学分析，証实其中銅、鉄和鋅的含量增高。

在某一毒砂矿区，C. M. 特卡利奇采集了广泛分佈的拂子茅屬（*Calamagrostis monticola*）的植株；他是沿着圖上精确确定的与假想矿体走向相垂直的剖面上各点采集植物的。C. M. 特卡利奇分析了植物灰份中鉄的含量，并將需要寻找的物質的濃度相同各点联接成等濃度綫，他借此确定鉄矿分佈的軌跡和它分佈最多的方向。他建議这种方法也可以利用来寻找其他矿物。

Д. П. 馬柳加（1947）曾运用过与此类似的方法探查鎳矿和鋇矿。

上述的方法与其說有条件才能屬於地植物学方法的范围，倒不如說它是生物化学法。因为它不是把植物当作环境的标誌，而只是把它作为化学分析的材料，并且如果以土壤来代替植物也是可以的（这一点我們在 Д. П. 馬柳加的著作中也可看到）。不过应当指出，作这种研究时，必須对調查的植物种的生态进行一些观察，来确定它是否具有吸收和累积探寻物質的不同能力的小种存在。此外，必須精密研究物質进入植物器官和它繼續轉化的生理过程，这样就不会含糊地断定植物吸收的鹽类在植物体中的对比关系（和在基質中一样）。

## 地植物学法在水文地質学中的發展

在水文地質調查时运用地植物資料的历史乃是地植物学方法發展史中的特殊的一頁。虽則学者早已估計到植物羣的水指示(水文指示)作用,不过我們对这个問題几乎沒有專門的研究。但可以从我們所知道的文献中找出有关这問題的历史資料,应当指出,在 В. А. 普里克郎斯基(1935年)和 Е. А. 沃斯托科娃(1936年)的著作中,有几章簡要地叙述了研究这方面的文献和历史。

利用植物作为水的標誌的可能性古代学者早已知道。例如維特魯維波略(Витрувий Поллион)在他自己进行建筑工程时,曾很注意利用植物羣作为寻找水源的標誌。他写道:“下列植物可作为上述岩層中有水的標誌:細小的莞屬(камыш)、山水楊(тальник)、赤楊屬(ольха)、витекс、蘆葦、常春藤屬等,它們具有沒有水不能生長的屬性……,这些植物不是种植而是自然而然繁殖起来的,所以在这里應該找到水源”(維特魯維,1936年出版的著作 153 頁;根据巴尔巴洛 1938 年的著作 265 頁)。維特魯維預示:不应当相信喜湿植物羣能生長在谷地中,因为这里水的儲藏量小而且不稳定。此外他提出过下列有意义的意見:底土湿润条件的不同是影响植物分佈的最重要原因之一,总之,“如果土壤按照它的水份沒有差異和不同的話——維特魯維說道——那末在整个地球上到处会生長着同样的植物”(160 頁)。Д. 巴尔巴罗在評論維特魯維的著作时(1938),曾談到較晚的作者——普里宁(Плиний)及帕拉季(Паладий)重述过維特魯維的这种見解。

在近东許多国家中,寻找泉水是一种特殊職業。从事这样工作的人,把可以找到地下水源的標誌当作絕对的秘密一样,并且甚至給他自己職業賦以某些神秘的色彩(集別尔, 1923 年)。應該承認在这样調查中,植物羣的觀察沒有起着最大的作用。М. А. 捷林齐耶夫(1906)曾指出,在近代希文斯基远征队的俄罗斯軍隊前进时,經過克茲尔庫姆沙漠,指揮官卡烏夫曼派遣專門的土庫曼偵察兵去寻找水源和挖井的地点,偵察兵为了証实他寻找水源的成功,給指揮官帶來了一束莞屬。显然,这里居民也利用植物標誌在沙漠中寻找水源。Н. М.



普尔热瓦里斯基报导，在阿拉善沙漠中多年来也利用某些植物（如鹽木）作为水源接近的標誌。П. С. 帕拉斯（1788）观察到某些植物羣可作为指示水的標誌，他描述納倫沙漠时，談到在蘆葦的下面，地下水离地表是很近的。

水文地質学家也曾估价过植物羣作为指示水的輔助標誌的作用。所以在絕大多数水文地質的教科書和参考書中指出必須注意植物羣的性質（薩瓦連斯基，郎格，庫茲涅佐夫等）。可惜，这些指示属于極一般的性質，沒有任何有关个别植物羣落和植物种的水文指示作用的資料。

不过个别学者業已涉及到利用植被作为地下水的水位深度和化学性的標誌的問題。在这方面，И. П. 格拉西莫夫和 Е. Н. 伊凡諾娃（1934年）的研究特別有意义，他們确定在庫隆达草原的湖泊沿岸的碱土-鹽漬土的复合区中，不同植物羣落下的地下水，埋藏在不同的深处，而且有着不同的化学性。例如在庫隆达的勺兒湖（сop）上的一个碱土-鹽漬土的复合区中，在相距 17 公尺的範圍內，就有不同的植物羣落，在它們的下面的兩個土坑中，曾采取了水样，进行試驗后的結果列入表 1 中，此表是根据 И. П. 格拉西莫夫和 Е. Н. 伊凡諾娃的材料編成的。

表 1

植 物 羣 落	地下水深度 (公分)	化 学 成 分(克/升)				致密殘余物 (克/升)
		Cl	SO <sub>4</sub>	CaO	MgO	
禾本科	146	0.06	0.03	0.04	0.06	0.58
叉明棵屬( <i>Suaeda</i> sp.)	155	10.05	6.64	0.45	1.00	28.60

科里亞科夫湖沿岸有着另一类似的情况，在草地地段之下，水位深 180 公分，致密殘余物为 3.09 克/升，而距該地段 7 公尺的鹽漬土下，水位深 160 公分，致密殘余物为 6.36 克/升。

在我国的文献中，显然，B. A. 普里克朗斯基(1935)首先強調指出了植物羣作为水文地質調查的標誌的作用。他特別指出，在确定了

一定植物种的分佈和地下水之間的联系以后，根据这种联系来进行綜合的地植物和水文地質的勘测工作，可能大大地节省許多时间和資金，而且有可能以最小范围的探查工作完成地下水埋藏条件的預先評价。因此，只要用最少的資金进行鑽探工作，在最短時間內，就可編成地下水埋藏深度的預示圖，而且根据与埋藏不深的地下水有关联的植物的分佈，就可以很快地开鑿飲水井。

这些情况，显然証明：B. A. 普里克朗斯基業已指出在水文地質学中运用地植物法的十分具体的形式，也拟定了發展这方法的方向，并且評价了它的实际效果。

其次，B. A. 普里克朗斯基繼續进行了植物羣落与地下水相互关系的研究，但是他进行这项研究是为了另一目的，即研究植被蒸發力对主要与季节現象相联系的地下水的位置和化学性的影响（普里克朗斯基，1948）。

在 A. Г. 加耶利的一些著作中，包括了大量苏联欧洲部分南部和哈薩克斯坦的砂土上的植被与地下水分佈的关系的实际資料。其中最早出版的著作，乃是頓涅茨-昆德留契砂質地塊的研究成果（加耶利，1932）。在 A. Г. 加耶利許多著作中，都有十分明显地反映出这种联系的圖。这些圖就我們所知，它們首先通过植物羣的分佈反映了水文地質的条件。也应该指出在 И. Н. 柏依迭曼的著作（1946）中，研究了穆干草原（在札法汉运河）由于排水系統的扩大植被發生变化的情况。而且他編制了修筑排水道之前及实际建成排水道之后的植物羣的分佈圖。从圖上繪出的每一植物羣聚可以推知地下水埋藏的深度和它們的化学成分。

現將某些鑑定材料列入表 2 中。

在 И. Н. 柏依迭曼（1947）較晚的著作中，他分出了不同深度的地下水的情况下的植物羣类型，并且按照它們种的根系密度来評定这些类型。

M. C. 科利科夫和 E. A. 馬柳根（1949）也曾編制过科庫澤克庫姆沙漠植物羣的分佈圖，H. И. 洛巴耶夫（1949）編制过西哈薩克斯坦的卡拉干达庫姆沙漠植物羣的分佈圖，按照它們的一般性質而言，这里



表 2

植 物 羣 落	水面深度(公尺)	鹽份含量(克/升)
甘草屬一種( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )和蜀黍草( <i>Sorghum halepense</i> )的植物羣落	2.0	30 以上
鹼蓬屬一種( <i>Suaeda altissima</i> )叢	1.5—2.0	40—60
肉質豬毛菜( <i>Salsola crassa</i> )叢	1.0—1.5	60—80

的情况和上述的情况很相似。

我們在苏联西北部的条件下，曾研究过植被作为水化学的和水衛生的標誌的作用（維克托罗夫，1948）。研究了伊尔明和拉多加間地区的沼澤、湖泊以及和沼澤相联系的河流。研究的結果，确定了某些沼澤水的类型，它們可以根据沼澤上佔优势的植物羣来判別。例如我們可將沼澤分为下列类型：

(1) 水蘚沼澤泥炭層的水（特征：氧化力高——含氧达 100 毫克/升，氨含量高，这些指标有显著的周期性的季节变化，微生物种屬很少）；

(2) 莎草科、蘆葦和香蒲科沼澤地的水（特征：氧化力高，沒有周期性变化，氨含量微小，透明度小，微生物种屬相当多）；

(3) 赤楊—柳屬沼澤地的水（特征：氧化力十分高——含氧达 152 毫克/升，經常有大量的硫化氢和相当多的亞硝酸鹽；

(4) 大植物(макрофит)叢藪和灰色杂草草地以及莫里尼亞草屬(молиния)、沼委陵菜、沼澤豬殃殃与舞鶴草包圍的湖泊及牛軛湖的水（特征：氧化力低，沒有氨，透明度达 100%，無色）。

在上述所有的沼澤类型的水中，氯化物的含量和硬度均很小。

自 1946 年，苏联地質部航空地質机关的地植物学家系統地研究了地植物学法在水文地質調查中运用的可能性。我們在南費尔干納和克茲尔庫姆沙漠进行过类似的調查。

自 1948 年，地植物学家 E. A. 沃斯托科娃在西哈薩克斯坦进行过同样的調查，她确定大量植物羣落具有水文指示的作用，并闡明它

們可以作为地下水的埋藏深度和化学性的標誌(沃斯托科娃, 1952)。

E. A. 沃斯托科娃对芨芨草(*Lasiagrostis splendens*)占优势的植物羣落研究得最詳細。在这範圍內, 將这个植物羣落分为下列几类:

(1) 鹽化芨芨草类, 它和含鹽的地下水(含 Cl 由 218 至 647 毫克/升,  $\text{SO}_4$  由 125 至 1050 毫克/升)有关, 包括分枝冰草(*Agropyrum ramosum*), 駱駝刺(*Ahagi pseudalahagi*)和葛氏磯松(*Statice Gmelini*)的芨芨草植物社会;

(2) 和淡的地下水(Cl 由 15—180 毫克/升,  $\text{SO}_4$  由 25 至 450 毫克/升)有关的芨芨草类, 包括大野麦(*Elymus giganteus*), 野麦(*E. angustus*), 拂子茅(*Calamagrostis epigeios*), 無芒雀麦(*Bromus inermis*) 蘆葦(*Phragmites communis*)和欧苦参(*Sophora alopecuroides*)的芨芨草植物社会。在这些类羣中, 某些植物羣落和一定範圍內的地下水埋藏深度(在 0.5 至 5 公尺的範圍內)有关。

对东哈薩克斯坦而言, 应当指出, 在 Y. M. 阿赫麦德薩芬的著作(1947, 1949, 1951)中, 曾列举了可作地下水指标的許多植物种, 并且指出了利用地植物標誌在砂質沙漠中寻找水源是可能的。

### 国外文献簡述

在国外文献中, 已屡次討論了植被和岩層相互关系的問題。我們記得, 例如在植物生态地理中兩派間著名的爭論: 一派为烏格尔(*Unger*, 1836)化学說, 即認為基質的化学性对植物种的分佈起着主导作用, 另一派为物理說, 圖尔曼(*Thurmann*, 1849)是其中最明显代表之一。不过這場爭論, 虽然他們都引用了大量有意义的实际資料, 我們却不能把它看作將地植物法在地質学中奠定基础的阶段, 因为这里爭執的对象是岩層对植物羣的机械影响, 並沒有提出可能利用植物羣作为地質条件的標誌的問題。

据我們所知, 最早以植物作为地質勘探的直接指示作用的資料是 A. 克尔涅尔馬里拉翁的报导(1903), 他談到在中世紀, 榛屬, 鼠李屬和花楸屬已能够用来标示矿物和宝石的产地, 并且指出(斯里赫 *Spix*, 和馬尔梯阿斯 *Martius* 1823—1831), *Vellozia candida* 系生長在含有金剛石的土層上, 在巴西就以它作为寻找金剛石的標誌。



在林斯托夫 (*Linstow*, 1929) 的全集出版以前, 这方面的專門研究仍然是極少的。在这本巨著中, 收集了大量片断的和分散在系列著作中有关下列方面的資料: 在那些植物中有某些元素 (在灰份中), 那些植物种主要生長在含某些元素的岩層上。因此, 在这本全集中, 集合了生物化学分析和个别植物种与地質条件的关系的观察資料。不过应该指出, 林斯托夫的全集中几乎沒有涉及到植物羣落的指示作用, 而灰份分析的資料虽然有很大的意义, 但并不經常能幫助闡明植物种作为地質标志的作用, 因为植物中只存在某些元素还不能說植物是这种物質的指标。总之, 林斯托夫的全集, 与其說它是植物与地質条件关系的研究成果, 毋宁說它是一本很有价值、很重要的生物化学手册。

在波依科 (*Bojko* 1934) 的著作中, 發展了植物羣在西欧条件下作为各种过程和現象的指示作用的一般概念。他指出, 从植物羣落圖中, 可以得出关于地下水的埋藏深度化学性和地方結構的系列地質特征及成土母質的詳細概念。在另一些早期的著作中 (1931), 他把植物种看作水文地質条件的标志。根据波依科的意見, 同时进行地質和地植物調查 (或者先进行地植物調查), 地質学者可以节省許多的時間。

企圖附帶实际利用地植物学法来解决地質測量的任务是凱列尔 (*Cuyler*, 1931) 在奧斯丁 (*Аустин*) 城区 (在德克薩斯) 进行調查时完成的。这位調查者認為利用航空測量法进行工作时木本植物羣和灌木植物羣起着極重要的作用。他在德克薩斯, 根据植物羣辨別出白堊紀不同岩系的沉积, 其工作結果可編为下列圖表 (見 32 頁)。

由列举的圖式, 可明显地看出, 由牧豆树屬叢来辨別岩系是最困难的; 凱列尔为了解决这种困难, 建議注意位于牧豆树屬叢以上和以下的植物羣, 根据这些資料, 就可以決定在牧豆树屬之下为那一种岩系。凱列尔也引用过植物羣作为断裂、斷口和斷層的标志 (例如, *Dou bentonia longifolia* 灌木叢沿第三紀沉积的構造綫發育)。

特罗尔 (*Troll*, 1939) 曾發表地植物标志对判讀地質条件的重要性的一般見解。他認為, 除了地形和岩層的色調以外, 植物羣是辨別

岩	系	植 物 羣
华尔納特 ( <i>Walnut</i> ); 頁岩		德克薩斯櫟 ( <i>Quercus texana</i> ) 叢和暗色闊葉林
索蒙乞峯 ( <i>Comanche Peak</i> ); 石灰岩		德克薩斯櫟叢和淡色闊葉林
愛德華 ( <i>Edwards</i> ); 石灰岩		呈圓形花盤狀的矮生櫟 ( <i>Q. fusiformis</i> ) 林
愛德華 ( <i>Edwards</i> ); 夾有頁岩和礫石的石灰岩		斜坡上呈鮮綠帶狀的牧豆樹屬 ( <i>Prosopis glandulosa</i> ) 叢
喬治頓; 疏松石灰岩		<i>Sabina sabinoides</i> 和 <i>Schmaltzia trilobata</i> 占優勢的森林
德爾河 ( <i>Del-Rio</i> ); 頁岩		牧豆樹屬叢
蒲達 ( <i>Buda</i> ); 塊狀石灰岩		榆 ( <i>Ulmus crassifolia</i> ) 林
厄格爾津 ( <i>Eagle Ford</i> ); 泥質頁岩		牧豆樹屬叢
奧斯丁; 似白堊石灰岩		維爾吉尼亞櫟 ( <i>Quercus virginiana</i> ) 叢林
泰伊羅 ( <i>Taylor</i> ); 泥質泥灰岩		牧豆樹屬叢
納華羅 ( <i>Navarro</i> ); 泥灰岩		牧豆樹屬 ( <i>Prosopis glandulosa</i> ), <i>Zyzyphus obtusifolia</i> , <i>Candelia obovata</i> 和某些其他植物種組成的羣落

航空像片上某些岩石差異的重要工具之一，而且甚至在很密集的植物羣落中，也可以利用植物羣作為判讀地質條件的標誌。例如在東印度的熱帶森林，根據植被某些代表性的特征，很容易辨別出喀斯特分佈的地區（也可參閱柳比莫夫的著作，1942——特羅爾論文集）。

在提到植物羣的水文指示作用的國外專家的著作中，值得特別注意的是梅采爾的全集 (*Meintzer*, 1927); B. A. 普里克蘭斯基 (1935) 曾引用這著作中的主要結論。這位學者劃分出一大羣植物種，命名為弗列阿托菲特 (*phreatophytes*)。根據梅采爾的意見，認為它們的根系接近地下水面，即達到毛細管壁的范围內或飽和帶 (зона насыщения) 中；弗列阿托菲特的根能夠深入土壤達 20—30 公尺深度獲取水份。由此可見，弗列阿托菲特（顯然在它們大量發育的情況下）是不超過上述深度有水的標誌。不過弗列阿托菲特的每一植物種都有它最適宜的一定的水的埋藏深度，在這種情況下，它可以獲得最充分的發育。如果在某方面不符合最適合於它的條件，則這植物種為了適應起見就會改變本身的外貌，並且會表現出失去生活強度的狀態。所以根據植物羣來估計水埋藏的深度不只應當注意弗列阿托菲特種的組成，而且也



要注意它的外貌和生活强度。

至于詳細拟定的以植被作为水埋藏深度的標誌的理論，梅采尔綜合了主要在美国西部大草原范圍內工作的其他学者所作的系列观察成果，不过他完全否認弗列阿托菲特能够作为水的矿化程度的標誌。这显然縮小了地植物法在水文地質学中运用的可能性。但是苏联地植物学家的研究(見上，柏依迭曼1946；沃斯托科娃1952)証实有很多地植物观察可以評定地下水的化学性。

涉及到这些問題的其他著作，應該提出 E. 普里涅茨(1932)与 B. 克尼(1932)的教科書以及馬热(Mager, 1912)的方法参考資料。在普里涅茨和克尼的教科書中，曾指出了水文地質調查时进行地植物观察的作用，在馬热的方法参考資料中，曾列举了具有水指示作用的植物种屬表。

綜合上述直接属于在地質学和水文地質学中运用地植物法的系列著作的簡况，可以作出下列一般性的結論：

1. 地質学中的地植物学法是在地質調查的生产要求的影响下产生的。应当認為，地質学家 A. 卡尔宾斯基，П. А. 奥索斯科夫和 Н. К. 維索茨基是它的創始人。

2. 現在，可以說地植物学这部門——在地質和水文地質調查时附帶注意地植物資料的部門还很年青而且研究得还很不够。这些地植物調查可以称之为地指示植物調查(倘若地植物学应用到水文地質工作中，則称为水文指示植物調查)，因为植物羣利用作为判断岩層和水文地質条件的標誌。地指示植物調查(геоиндикационные исследования)这个术语是 1947 年我們提出来的(維克托罗夫, 1947a)，到現在仍然保留在地植物学的著作中，不过應該而且必須以更恰当的名詞来代替。

在下列各种地質和水文地質調查中，均能应用地植物学法：

(a) 普通地質制圖(奥索斯科夫、維索茨基、維克托罗夫、凱列尔)；

(б) 寻找某种有用矿物(阿林斯、特卡利奇、索科洛夫)和辨別岩石条件的个别細節(拉林、凱列尔、維克托罗夫)；

(B) 闡明領域的構造情況的某些特征 (列茲沃依、維克托羅夫、凱列爾)；

(Г) 鑑定地下水埋藏的深度及其物理-化學特征 (普里克朗斯基、阿赫麥德薩芬、柏依迭曼、沃斯托科娃、維克托羅夫)；

(Д) 航空地質調查——航空像片的地質判讀 (西多林科、米赫利松、列茲沃依、維克托羅夫)。

3. 可惜，地植物學法在地質和水文地質調查中幾乎完全沒有繼續發展下去。在調查工作中，幾乎沒有發現引用過前人著作中的成果。這多少說明關於地指示植物標誌的著作尚不完整，只有一些個別零散的論文和報告。雖然這些只是地植物學法的局部資料，但是把它們綜合起來仍然是極有價值的。



## 第二章 作为植物地理因素的成土母質

### 成土母質对植物分佈的影响

自然界中各种过程和現象相互联系的概念是现代自然科学的基本概念之一。像这样的自然界的概念是唯一正确的，科学的，符合于馬克思主义的辯証法：“与形而上学相反，辯証法不是把自然界看作什么彼此隔离，彼此孤立，彼此不相依賴的各个对象或各个現象底偶然堆积，而是把它看做有內在联系的統一整体，其中各个对象或各个現象是互相密切联系着，互相依賴着，互相制約着的”<sup>①</sup>。

因此，学者开始力圖探求自然界中外表好像关系疏远的不同过程和現象的联系。我們科学家偉大代表之一——B. И. 維尔納德斯基写道：“可以說，在人类思想史中，科学上观察到所有現象的統一整体的和因果联系的观点和感觉，任何时候沒有像今天这样深刻、突出和明显”（1934，7頁）。

A. A. 格里戈里耶夫（1937）在研究苏联自然地理学發展的途徑和远景的論文中，也把綜合研究自然現象的观念提到了主要的地位。

許多世紀以来，形成了科学知識的标准領域，在它們的範圍內，現在已产生了不少研究大家很少知道的自然界相互影响的新的科学部門，而且也注意吸收不同自然科学部門的資料。

我們的研究是企圖利用植物学中比較年青的一門科学——地植物学或植物羣落学（認識植物羣落的科学）的資料来滿足和地植物学关系十分疏远的科学部門的需要，即滿足在中亞細亞条件下的地質和水文地質的調查。

这样的研究是在 B. B. 多庫恰耶夫的自然界各种要素——气候、

① 斯大林：列宁主义問題，原文 575 頁。

成土母質、土壤、植物界和动物界紧密地相互約制的观念的基础上产生的。只有“在力、物体和現象之間，在靜态的和动态的自然界之間、在植物界、动物界和矿物界之間、及在發生上存在永远而經常的有規律的联系……”(多庫恰耶夫，1949，486 頁)，才有可能找出像植被結構与性質和岩層与地下水的空間分佈这样好像沒有联系的現象間的某些关系。

B. B. 多庫恰耶夫的思想对所有从事自然界各种过程和現象間的联系的研究的影响是明显的而且是大家公認的。这对地植物学的研究的意义特別大，B. H. 苏卡契夫（1948）在他最近一篇苏維埃植物羣落学發展方向的概論中以及 E. M. 拉夫連科（1946）在关于这个問題的專門論文中均曾指出过。由多庫恰耶夫的概念中可以引出下列一条实际結論：利用植物羣作为自然界某一要素的屬性和分佈的标誌是可能的，这点对我們的研究是特別重要的。E. П. 科罗文完好地表达了这种思想。他写道：“研究植物羣和环境的相互作用是奠定俄罗斯地植物学的最有价值的科学傳統。早在多庫恰耶夫的时期，已將这种認識植物現象方向貫注到俄罗斯学派的地植物学学者的意識中，并且提出了植物作为生活环境的标誌的学說”（科罗夫，1947，81 頁）。多庫恰耶夫的观念对研究植被的指示作用的屬性的問題的重要性，我們在以前的著作中已經指出过（維克托罗夫，1947 a, 1948）。

不过認識自然現象和过程的相互联系只是解决我們研究的問題的一个出發点。馬克思辯証法的基本原理要求把任何对象和現象在它們的各方面联系和关系中来研究：“辯証法認為自然界中任何一种現象，如果把它孤立拿来看……，看作是与周圍条件沒有联系的現象，看作是与它們隔离的現象，那它就会是毫無意思的东西；反之，任何一种現象，如果把它看作是与周圍現象密切联系而不可分离的現象，把它看作是受周圍現象所制約的現象，那它就是可以了解，可以論証的东西了”<sup>①</sup>。

因此，为了达到正确理解引起我們注意的問題的目的，必須在自

① 斯大林：列宁主义問題，外文書籍出版局 1949 年，莫斯科，705 頁



然界联系的总体系中來闡明我們的研究的植被和地質與水文地質因素相互关系的原理。換言之，必定確定在各種自然条件綜合影响下，在划分植物羣总的过程中地質和水文地質因素的影响在划分植被上占怎樣的地位。

很久以來，在地理學中，已肯切地確定了在地表沿緯綫划分地帶的概念，地帶的存在是由于气候条件自極地至赤道發生有規律的變化。

土壤—植被的地帶性及其和气候的依存关系，多庫恰耶夫曾經詳細研究過，以後，許多其他學者也曾加以研究和論證。現在地帶性概念已經沒有爭辯的余地，毋須來分析可以論證它的資料。

如果現在我們轉過來研究在某一地帶內或同一气候區內影响划分土被和植被的因素的問題，那末在平原条件下，这样因素首先是成土母質的影响。我們談過在多庫恰耶夫經典著作“俄羅斯黑鈣土”(1952)中，他的觀察是在同一地帶內岩石對植物羣和土壤分佈影响的一个最明显的例子。在这本卓越的著作中，几乎每一章里都可以找到上述原理的論證。其中一些論證列举于下：

在他的著作的第二章中，分析破坏旧尼热戈罗得省东南部各种黑鈣土类型正常分佈的因素时，把下垫層的岩石性質提到了首要地位。如在侏羅紀富含氧化鐵、紧实而含水的頁岩沉积上形成的黑鈣土，腐植質含量沒有正常的那樣高；在持水力弱和鹽类缺乏的石英砂上則形成类似黑鈣土的土壤，有机質含量少。这里，多庫恰耶夫發表了對我們研究題材極重要的一般原理：甚至，如果所有其他成土条件完全相同，那末在这样不同的母岩上形成的“植物—地表”土壤也不可能是一样的（1952年，152頁）。

在他的著作第三章中，多庫恰耶夫分析俄羅斯西南部的黑鈣土时，也很注意由于地質、特別是岩石因素的影响，引起地帶性土类變化的問題。例如，他曾詳細描述過，沃尔斯克拉河左岸土壤的更替，在砂上生成幼年土壤形成物，在“白眼”石上發育着标准黑鈣土。这里，土壤形成物的对照特別明显。

在同一章中的結語部分，他分析了俄羅斯西南部黑鈣土和标准黑

鈣土系列不同的特征：腐植質比較貧乏，有機質沿土壤剖面逐漸分佈，顏色輕淡等等。他是以成土母質礦物的化學組成，首先以含有大量砂質來闡明這些特征。由此可見，這裡，岩石因素已是劃分地帶內的土被的首要因素。多庫恰耶夫根據上面同一理由，說明了俄羅斯西南部土壤中腐植質含量向東逐漸增加的原因，這種現象是和土壤形成中粘土層逐漸增加相聯系的。而在德聶伯地塊的結晶岩發育的區域沒有黑鈣土，他也是以成土母質的特征來說明的。

在以後敘述中央俄羅斯黑鈣土的各章中，多庫恰耶夫分析了標準肥沃黑鈣土和碳酸鹽岩層的联系，這點在他以前，辛佐夫(Синцов)和凡根格依姆(Вангенгейм)早已指出過，從這種联系研究中，他作出下列結論：“白堊和石灰岩最近的風化產物是最適合形成肥沃黑鈣土的成土母質”(383—384 頁)。

最後，多庫恰耶夫認為在某種情況下，在廣大地理區域，例如在里海沿岸低地成土母質的特性，是沒有黑鈣土的原因。他反對認為咸海—里海沉積上沒有黑鈣土只是由於沉積層的年青，他指出，在這種情況下，原岩的礦物組成有巨大意義，正是由於鹽漬化粘土和砂占優勢。

多庫恰耶夫發表的關於岩石因素影響黑鈣土界綫詳細輪廓的意見是極重要的，按照他的意見，黑鈣土帶整個界綫是和“一定等溫綫、一定的雨量分配和一定野生草本植物和部分森林植物羣的性質平行的”(515 頁)，在它界綫分佈的方向中，多庫恰耶夫看到這是氣候極強烈影響的一個明証。換言之，地帶界綫总的方向決定於氣候因素。

不過，在他的著作中，發現許多地方，指出某些地段的界綫由於下墊岩層性質的影響，發生着強烈的變化。例如多庫恰耶夫分析黑鈣土北界時，認為它在頗大距離內決定於有無砂質沉積帶，按照他的意見，由普里皮亞特至麥紹爾低地砂質沉積帶有某些中斷。於是他把有無砂質沉積帶和下列情況聯系起來，在都拉以西，黑鈣土北界和等溫綫的進程與它自己以前進行的方向發生了很大的偏向，而且整個黑鈣土的寬度也發生很大的變化。簡言之，黑鈣土北界的頗大一段不是植



物气候的界綫，而是地質的界綫，或者更正确些說是岩石的界綫。順便提一下，多庫恰耶夫也曾說明，利用某些河谷作为黑鈣土的界綫也是根据河流兩岸不同岩石的更替。

在上述多庫恰耶夫著作的第三章中，我們也曾發現岩石因素影响黑鈣土帶界綫的其他一些例子，在里亞斯克和都拉地区，大片黑鈣土地段大大地向北突出，多庫恰耶夫認為这是由于粘壤土質黃土沉积自此向北延伸形成一个盾形的半島的緣故。在这种情况下，發生与上述相反的現象：那里砂土層限制了黑鈣土分佈的界限，而这里存在有利于黑鈣土形成的岩層，則使黑鈣土总的界綫向北伸入。

我們还可以找到大量上述类似的例子。不过由上述的資料足以得出下列的結論：多庫恰耶夫認為黑鈣土是在自然界各种要素相互影响下形成的，其中气候因素和植物因素在作为显域土类的黑鈣土的形成中起着主导的作用，除此以外，他認為在地帶以內对土壤分类起着很大作用的應該是成土母質的屬性。可以肯定說，根据多庫恰耶夫的意見，母岩的影响表現于：(1)主要显域土类的不同变种 (Вариант) 的形成决定于成土母質的化学特性和岩石特性；(2)这些特性也决定于显域土分佈的中断和泛域土的形成(見上，在結晶岩上沒有黑鈣土)；(3)也引起由气候决定的土壤帶界綫的变化。

現在，我們研究另一土壤学創始人——B. P. 威廉士的見解，由他的著作当中，可以發現對我們研究的問題有关的極重要的原理。威廉士是第一位学者，首先闡明生物因素在土壤形成中的巨大作用，他指出土壤主要是“劳动的产物”，并提出了偉大的統一土壤形成过程的圖式。威廉士很注意生物因素和人类影响对土壤形成相 (Фаза) 更替的作用，这些时期是和气候的历史变化有着紧密的联系，他認為和这些首要的成土因素相比較，“成土母質不可能当作决定性的主导因素提到首要的地位” (威廉士, 1936, 278 頁)。

根据威廉士的意見，岩層“只可以加强 (加速) 或減弱 (延緩) 的方式影响已显示的矛盾过程 (已开始的土壤形成的时期或阶段)。这种影响……, 成为所謂土被复杂性或多样性的基础” (278—279 頁)。这样，显然不同的成土母質是屬於同一土壤形成阶段領域範圍內的

## 同土壤变种的基砒。

当研究土壤形成过程的每一阶段时，威廉士一貫地应用上述成土母質在土壤形成过程中作用的观点，他很注意該阶段在某一岩層上以怎样的形式具体表現出来。例如在論述黑鈣土各章节（249—274）中，分別分析了在鋁矽酸鹽冰磧土、碳酸鹽冰磧土和二疊紀冰磧土上黑鈣土的形成过程，在鋁矽酸鹽冰磧土上形成北方黑鈣土，在碳酸鹽冰磧土上形成普通黑鈣土，在二疊紀冰磧土上为肥沃黑鈣土。威廉士強調指出成土母質最强烈地影响了黑鈣土形成过程的方向和强度。当研究另一土类时，威廉士也到处強調土壤和岩層的联系。例如他指出磚紅壤的土壤形成的类型和安山岩有联系（342頁），“紅色石灰土（*terra rossa*）”的土类和石灰岩有联系等等。根据威廉士的意見，岩層好像以它的影响划分了代表某一些土壤帶的土壤形成过程的統一形成阶段，并且使它們复杂化，同时它又是划分地帶內土被的因素。

現在再談一談应用和發展多庫恰耶夫学說的其他学者發表的有关我們研究問題的一些見解，首先应当提出 A. H. 克拉斯諾夫。克拉斯諾夫的卓越著作：“东天山南部植物种屬發育史的實驗”出版于1888年，在多庫恰耶夫的“俄罗斯黑鈣土”出版后整整五年。从克拉斯諾夫的著作第一頁起，我們發現就引用了多庫恰耶夫的文章，并且十分明显，整个著作是在多庫恰耶夫观念强烈影响下編成的。多庫恰耶夫發展的理論体系主要在土壤方面，而克拉斯諾夫在頗大程度上轉移到植物羣方面。而且他对土壤-底土和气候因素对划分植被影响的相互关系的問題，發表过極明确的見解：“气候决定岩層变化过程的一般性質，也决定植物羣的一般性質……在不同的气候条件下，無論化学成分，無論物理屬性……不可能成为相同植物羣产生的原因……不过，在相同的气候条件下，完全是另一种情况。像許多研究指出每种土壤的生活和構成所謂植物羣社的一定植物类型相吻合”（1888，15—16頁）。

我們所以由克拉斯諾夫著作中引出这样長的語句，是因为它很重要。从这中間我們可以肯定他首先明晰地形成了下列思想：在气候相同的区域的範圍內，植被的分佈首先遵循岩層的分佈（在平原条件



下)。

以后，我們發現許多作者以某种形式發表过类似的見解。首先由于不同的岩層和底土的影响和部分由于地形的影响形成了复杂的植被的情况，于是使許多学者对存在具体的地帶性的植被类型起了一定的怀疑。在 B. B. 阿列欣的著作中發現了这样評論，甚至，他指出植物羣的地帶性类型的概念有一定的抽象性：“如果某一地帶的外界条件如地形、土壤、下垫岩層完全相同，那末可能推想有一定植物社会会沿着一定地帶广泛分佈。不过，这样条件不会有的，因为在地帶的不同地点有不同的分割地形、不同的土壤变种、不同高度的分水嶺等。是否可以說这地帶地形的分割是“正常的”，分水嶺的高度是“正常的”呢？如果可以的話，那末这终究是抽象的概念，这样一来，地帶性植物社会也会是抽象的概念（見华耳捷尔和阿列欣，1936，363 頁；着重点是我加的——維克托罗夫）。

另一位偉大的植物学家——生态学家 E. П. 科罗文对植被分佈仅主要从屬於地帶性气候規律性的意見曾給过批評。如科罗文曾經批評过阿博林（1930）根据温度特征划分植物帶（Биотические пояса）的見解，他指出：“理解为具有一定气候的区域、地区和領域的每一地帶，包括着土壤和植物羣落的总体，而土壤和植物羣落的發展从屬於它們自己的規律性”（1934，61 頁）。科罗夫認為，P. И. 阿博林的地帶性圖式主要是气候的圖式，其主要缺点是：忽略了地帶內植物羣分佈的这些因素。甚至，科罗文（1947）認為，在平原条件下（指中亞細亞平原），植被的变化主要从屬於土壤-底土的条件。

B. B. 列維尔达托（1935）發展了与此相类似的見解。根据它的意見，气候决定大單位的植被划分，这是植物地理学研究的对象；在相同的气候条件下，植被的分佈大部决定于土壤因素。列維尔达托認為植被分佈和土壤条件的依存关系是最明显而且是最直接的（75—83 頁）。

Г. И. 多赫曼在研究伊希姆森林草原的著作中發表过同样的意見。当他研究这个地区的植物羣落的生态-發生行列时，使他深信土壤因素比气候更直接决定植被的性質，并且引起十分特殊的植物羣落

(甚至在某种意义上它和植物羣的分帶类型相对照)的出現，例如在樺木小林的森林草地之間出現了成土-草原复合体(多赫曼, 1936)。

格里戈里耶夫(1913)根据外貝加尔地区的阿金斯科耶草原的土壤、岩層和植物羣的調查資料作出了类似的結論，他肯定植物因素、地形和地区的地質結構对土壤形成过程方向的影响常常比气候因素更加显著。

偉大苏維埃生态学家——B. A. 克列尔給成土母質在地帶內划分植物羣的类型的影响以很大的意义。在他自己著作“苏联植物羣的主要类型和基本規律性”中(1938)，他曾以專門不長的篇幅談到这个問題。克列尔指出，成土母質的影响引起地帶性現象的变化和破坏，并且为了說明这个原理，他列举了許多例子：在粘土和砂相互更替的影响下，泰加林帶的森林分別为云杉林和松林，白堊上的植物羣有它的特殊性，花崗岩和頁岩上也發生植物羣的更替。他也引过这样的例子，由于成土母質的影响，植物羣类型的地帶界限可能發生很大的移位。此外，他提出了極重要的假定：植物和有显著代表性和化学作用活躍的基質的关系，使植物对气候变化有更加稳定的性質；所以，在某些情況下，甚至在不同地帶，在相似的基質上，可以發現植物种的相同結合。

B. A. 克列尔觀察了植被結構地帶性圖式由于成土母質和地形的影响而产生的变化，他从这种觀察中作出下列結論：“單純地帶性只是一种觀念，虽則如此，但当分析和評價自然界相应的現象时，它有着很大的指导意义”(177頁)。很明显，这种見解和上述阿列欣的看法是極相似的。

克列尔以極簡要的形式表达出下列思想：地帶性現象以某种特殊的一定的形式具体表現在每一成土母質上。

应当指出，在格里戈里耶夫的著作中，为了确定和論証气候的界綫，也曾注意到岩石因素的影响。最初，格里戈里耶夫(1937)只指出对气候界綫的輪廓产生某些影响的“地方性影响”(локальные влияния)；以后，到1942年，他指出在地植物界綫和輻射界綫之間存在某些差異是用不着惊奇的，因为植物羣的分佈，除了气候因素以外，



还从属于另一些因素。在他自己“副北極”的著作中，格里戈里耶夫更注意这个问题。格里戈里耶夫在闡明作为改善土壤通气性和降低土壤中有害的氧化鉄層的上限的因素——排水的影响以及确定排水对地形和質基性質的依存关系时，曾作出下列結論：地形的不同配合和底土的性質基本上决定了副北極地帶和亞帶內的植物羣落的分佈。而且，他指出苔原植物羣的分类决定于排水（見索恰娃，1934）；这种分类勢必在一定程度上可能反映出苔原植物羣和不同岩層的联系。

根据格里戈里耶夫的意見，岩石因素也可以影响地帶界綫的外形。例如，他指出，在伯紹拉河地区，副北極南界急剧折向西北。格里戈里耶夫引証 B. H. 安德列耶夫的研究来解釋这种現象，認為它是由于砂質地塊的存在，后者的人文情况使森林苔原植物羣有可能由此侵入而产生。岩石因素影响植物分佈的許多例子在格里戈里耶夫的上述所有著作中均可看到。

B. P. 伏洛布耶夫(1947)研究植物地理界綫和土壤界綫对气候因素的主要依存关系时，也曾假設，由于气候特点構成的系列土类，其中某种土壤的位置可能由于成土母質的影响而發生移动。

在 П. A. 奥索斯科夫和 Л. H. 秋利納的著作中，非常明确和簡要地敘述了岩層对气候帶內植物羣落分佈的影响的意义。

在地質学中应用地植物学法的創始人之一 П. A. 奥索斯科夫的著作中，自然，也談到了气候和地質对植物羣和土壤影响的相互关系的問題。他根据許多实际的 材料解决了这个问题，“在相同气候条件下（重点是我加的——維克托罗夫），土壤的物理性質，化学成分、和厚度，土壤的水平分佈和垂直分佈以及地区的水文地質，一般决定于……地質作用”（奥索斯科夫，1909 年，2—3 册，230 頁）。

Л. H. 秋利納發表过更确切的意見（1928）。他曾在南烏拉爾山麓範圍內研究过不同岩層（云霞正長岩、正長岩、花崗云英岩和蛇紋石）上植被分佈的現象。这些研究經過系列文献資料补充（其中包括維索茨基 1904 年發表的著作，它是一本最先在地質学中敘述地植物法的著作）以后，使作者确定了下列很重要的原理：“只有在相同气候帶的範圍內，岩層才成为决定植物羣分佈的細节的主要因素”（2 頁）。

秋利納的这条原理（實質上是多庫恰耶夫的某些原理的簡明公式）在某种程度上可以把它看作由于岩層的影响（早已分析过）引起划分地帶內植被的各种現象的綜合表現。

每个作者發表关于代表某一岩層的典型植物羣的意見有一定分歧，秋利納認為这是由于調查者調查的是相当“广大的地区”，而它們的气候条件并不一致。

根据上述情况，可以肯定，在土壤学經典著作以及國內許多偉大的植物学家和地理学家的著作中，都可以發現下列概念：在平原条件下，划分大單位的植被和土被（帶和亞帶）首先決定于气候現象；而在这些由气候决定的單位內，植物羣落和土壤的分佈首先从屬於成土母質。因此，必須确定在大气候因素（макроклиматическое фактор）和岩層的影响之間的一定的关系。不过也必須研究岩層对植被的影响与像地形这样重要因素的影响之間相互关系，地形能影响植物羣的分佈这一点是大家所公認的。我們研究这个問題时，可以利用格拉西莫夫的分类（1946）。他將地形分为：（1）大地構造（геотекстура）要素，大陆和海洋盆地类型屬於此类；（2）形态構造（морфоструктура）要素，大陆上巨大起伏的地形屬於此类，例如巨大山脈，山間凹地，平原上的島狀山和各种类型的高原等等；（3）形态刻蝕（морфоскульптура）要素，好像是印在形态結構要素上的“圖案”，包括河谷、冲溝、台阶、凹地和地表其他这些要素等。

这是我們不准备分析主要影响地帶界綫輪廓的大地構造要素（格拉西莫夫，1942），而只研究后兩個范疇，因為它們对划分植被有着特殊的意义。十分明显，巨大山体和其他形态構造要素决定着气候地帶內特有土壤和植物羣的特殊景观。在形态構造要素領域範圍相当广大的情况下，它們可能是整个地植物区域形成的原因。此外，它們具有下列特征：在它的土壤-植被結構中具有特殊的規律性——垂直地帶性。所以在地表有相当大的形态結構的区分的地方，形态結構要素乃是划分植被和土被的首要因素，这种因素大概受地帶性影响，并能产生特有的气候帶类型（垂直帶）。这里，岩層只有在相同气候条件的各个高度帶內才对植物羣的分佈有很大的影响。



关于各个高度的植物帶的著作虽然很多，但專門研究在某一高度帶範圍內岩層影响土被和植被分佈的著作則几乎沒有。M. B. 庫利齐阿索夫(1926)的著作是唯一例外的著作。这位学者認為，在山区，基質对植被分佈的影响很大，而且在同一高度帶的範圍內岩層更替又这样复杂，以致只有看到同一类型的基質（主要在細粒底土）上的植物羣随高度而更替才能說明垂直地帶性的情景。如果在岩石更多的生長地，确定地帶的問題就更加复杂，这里常常作为某植物种生長的原因的决定性因素不只是随高度而变化的气候，而且还包括岩層及其成因和来源。

应当指出：虽然 M. B. 庫利齐阿索夫在他的著作中应用了这个原理比他前輩更完美和更精确反映了他研究的西天山部分的植物羣的垂直帶，但是終究使他不得不充分注意岩層的影响，甚至当他只在細粒土斜坡上研究地帶性时也如此。这一点由下列情况就可以說明，在他研究的地区的最低的平原部分，复盖在紅色含鹽的砂岩和頁岩的表面上的是細粒土，这些細粒土在頗大範圍內是它們風化的产物；而在最高的高原部分，細粒土分布在石灰岩表面上，而且其中充滿了石灰岩的碎石，这点作者本人也屡次指出过。此外，为該帶系列栽培的灌木無疑是生長在这些岩層的裂縫中。上述細粒土成因上的差別也影响到植被种的組成：在含鹽的砂岩底土上分佈着叉明棵屬，而在以上地帶的碳酸鹽細粒土上則生長着喜鈣灌木。

所以我們似乎有可能指出：在細粒复盖層上，由于岩層影响引起的差異或許稍趨緩和，但不会完全消失。

格拉西莫夫(1946)所謂的地表形态刻蚀的要素和成土母質对植物羣影响的相互关系的問題，对我們來說，是最复杂和最不明白的問題。下列有許多关于这方面的材料：中地形在頗大程度上决定于組成該区域的岩層的特征以及过去和現在在該区域进行的構造和剝蚀过程。

多庫恰耶夫的学生——H. M. 西比尔澤夫和 Ф. Ю. 列文松-列辛格在他們的調查中指出，在不同沉积發育的範圍內，地形有很大的特殊性。前一位学者調查旧尼热戈罗德省的阿尔查馬斯县时，确定有明显

高峻斜坡的冲溝發育于泥灰岩中，而斜坡平緩易于填平的冲溝則發育于石英和粘土質的砂中（西比尔澤夫，1884）。列文松-列辛格（1885a）对于这个問題發表过更加确切的意見。他認為冲溝壁的坡度是組成它的岩層的岩石成分的函数。在侏罗紀岩層上發育的冲溝和杂質泥灰岩中的冲溝的區別是前者的深度不大。在砂岩和礫岩露头的地方，冲溝常常窄而深，并且有很急峻的斜坡，如果冲溝壁由杂質泥灰岩組成，則常常呈阶梯狀。

这样一来，我們在多庫恰耶夫学派的代表中，業已發現关于不同岩石綜合体上地形的特殊性的相当明确的見解。这些見解貫徹到地質学和地形学的航空測量中以后，就更为巩固。利用航空測量的許多学者強調指出，地形（主要指中地形）乃是判讀岩層的主要標誌之一，即在許多情況下，地形是岩層的特殊代表。因此，在某种岩層区显然应以某种地形为其特征。

A. B. 加維曼(1937)在关于航空測量問題的論文集中列举过很多有关地形和某一岩層間的这种联系的例子。例如，加維曼叙述 B. B. 加利茨基在中亞細亞某一山塊的調查結果时，曾报导岩石成分和由于侵蝕产生的不同地形是代表地平面的最主要的標誌。这个結論和上述的見解十分符合，根据加維曼的意見，在1933年，在地質学中应用航空測量进行第一次工作的学者就遵循这种意見，并且認為由于岩層的不同成分和不同的埋藏条件，使地質（岩石）相遭到不同程度的破坏，其結果構成了不同的中地形和微地形。在加維曼引用土庫曼某一地区地形及判讀標誌的圖式（П. A. 林加尔欽編制）中，發現在地形类型和一定岩石綜合体之間存在着密切的联系。該圖式中的片断援引于下：

許多学者指出，在不同岩層上进行的風化作用是極不相同的，它們具有不同的速度，因而形成彼此極不相同的地形。这对植被的性質具有很大的影响。例如，在石灰岩上聚集着草原类型，而在其他岩層露头上則沒有这种类型，A. Я. 戈尔佳京認為这是由于石灰岩与其他坚硬岩石的風化过程不同的緣故。石灰岩露头几乎極大部分都是石塊，有时也和砂岩、石英岩和其他岩層一样，表面常常掩盖着風化产物。



地 形 外 形	岩 石 組 成
重叠及向南傾斜急峻的台地 冰斗狀低地 重叠及向南傾斜的台地狀山脊 頂端急峻的單斜山脊 外形緩和的塊狀山脊 被斜形冲溝强烈切割的地形 分裂为許多小島的强烈冲刷的平坦地塊	青色致密的石灰岩 暗灰色粘土質石灰岩 黃色致密的砂岩 白色致密的泥灰岩和石灰岩 黃灰色疏松的砂岩 含大量石膏的杂色粘土 下面为卵石和粘壤土，上面为未分选的 碎石物質

因此，石灰岩能够产生巨大的碎屑物質，容易向下滾落并且形成标准的地形——懸壁，后者不同于产生細粒風化产物的其他岩石形成的地形，因为細粒風化产物容易填充所有不平的地方，因而形成外形緩和的地形。

在 Ал. 和 Андр. 菲多罗夫(1929)的著作中，可以找到与此相类似的原理。他們指出，石灰岩好像具有中等的風化速度，風化不像火成岩那样慢，也不如砂、粘土、砂岩和疏松頁岩風化那样快。这些差别使石灰岩形成特殊的地形，上述学者認為把它作为影响这里保有殘遺类型的原因有着很大的意义。

在一些地形論文中，常常看到划分的地形区和一定岩層分佈区相符合，我們对这样的情况，不能避而不談。像地形区和岩層区互相符合的这种情况是極多的。И. М. 克拉舍宁尼 科夫(植物地理学家，地形和地質学家)的著作，可作为一个例子，他提到南烏拉尔 的地形問題，指出由不同岩層(石灰岩和含鹽的第三紀沉积)組成的領域的岩層、地形和植物羣之間有着密切的联系；И. М. 克拉舍宁尼科夫(1919)把每个相似の領域划为独立的地形区域。

因此，可以肯定，当学者在个别自然地理区的範圍內 进行活动时，他可以遵循下列見解：不同岩石綜合体在某种程度上会产生代表它的不同的特殊地形。

岩層是形成一定类型的中地形(格拉西莫夫的形态結構的类型)

的主要因素之一，它也影响形成地方中气候(мезо климат)和小气候(микро климат)的特征。因为小气候现象是和中地形相联系的，如果代表某岩層的某些特殊地形一样，则会引起相似的小气候现象。不过岩層还以另一种方式影响地方的气候，也就是通过岩層本身温度的屬性和通过它和水份的关系来影响。像渗透性和持水性等这些屬性对形成气候的地方性特征所起的作用是十分明显的，除此之外，岩層本身的顏色也可能起着頗大的作用。岩層顏色对土壤顏色的影响在中亞細亞杂色和紅色土層上表现特別明显，那里土壤層次發育微弱，按照顏色它和原来的成土母質很少有不同之处。不过在北方地区也可以看到这样的影响，列文松-列辛格(1885)的觀察就可以証实，他在旧奧洛涅茨克省的桑达尔湖区發現很黑的土壤，它分佈在黑色含煤的土侖頁岩(白堊紀)的露头上，是由于頁岩物理分解后而形成的。

十分明显，暗色土壤在增温的特征上應該具有特殊的屬性，因而它有特殊的晝夜温度的变化。

在植物地理学中，大家知道，碳酸鹽基質对土壤温度具有特殊的影响。不过对这个問題，大家發表的意見是極不相同的。例如 E. 瓦尔明格(1902)認為石灰質土干而热，沃耳尼的意見則相反，他認為冷季比較暖，夏季比較凉(見洛斯克, 1911)。H. Ф. 科馬罗夫(1933)由烏克蘭苏維埃社会主义共和国白堊斜坡上的直接觀察，也証实夏季白堊比其他基質凉。他的关于由白堊坡积形成的單純白堊土和暗色“波彼盧哈”(попелуха)的温度变化的資料列入表 3 中：

表 3

土	白天11—12时上升的温度(°C)
地表的白堊	25—27.5
深 32—36 公分处的白堊	13.8 (温度不上升)
地表的“波彼盧哈”	31.2—34.2
深 32—36 公分处的“波彼盧哈”	22.0—22.2

A. H. 波諾馬列夫报导过与此相类似的事实(根据烏拉尔的觀



察)，他指出向北的石膏和石灰岩露头，甚至在白天热的时候也是冷的。

这样一来，甚至由上面列举的不多的事实我們已能作出下列結論：岩層可以以各种不同的極复杂的方式影响地方气候。因此，很明显，必須贊同 B. B. 波波夫(1947)發表的意見，他在研究岩層对景观形成的積極作用的問題時曾指出，“气候、气候規律是由地球本身和地表造成的，而地球本身和地表不是被动的而是高度積極的改变所謂太陽气候的物質，并且給它以强烈而深刻的影响”（299 頁）。

根据現代自然科学的概念，在影响划分土壤-植被的因素的总体系中成土母質的影响到底應該占怎样的地位呢？由這個問題的研究資料，可以作出下列結論：

1. 在平原和垂直分割不大的景观的条件下，成土母質是气候条件多少相同的領域(帶、亞帶等)的範圍內的土壤-植被分佈的主要因素。

2. 成土母質和水文地質条件可能有下列影响：

(a) 使不同岩石綜合体上的显域土类發生頗大的变化；

(б) 在一定岩層上产生土壤-植被的泛域的类型 (азональные типы) 和隱域的类型 (интразональные типы)；

(в) 使显域的(地帶性的)土壤-植被羣社分佈的正常緯度界綫發生变化，并且使某些地帶性的植物羣类型沿着一定岩層向外侵移，超出它自己地帶的範圍之外。

3. 为了表明植被和成土母質間的联系，將某帶、亞帶或任何气候条件多少相同的区域的植被划分为聚集在不同岩層範圍內(即由不同岩層組成的領域的)的植物社会类羣或植物羣社或植物綜合体。

这样一来，以不同等級划分的植被可以表现出起主要影响的各种因素：划分最大領域單位的植物羣主要决定于气候因素，这些領域內的植物羣再分为較少的植物类羣主要决定于岩石因素。而在某岩層区的範圍內，主要影响植物羣按类型分佈的因素是地形和各种各样的成土过程的地方性特征，其中植物羣本身也是積極的参与者。

4. 在大的山体的条件下，岩層对划分植被的影响主要表现在某一垂直帶的範圍內。

在上述全部結論中，应当注意，其中描述划分植被的圖式并不是企圖提出某种划分地植物的和植物地理区域的和它們分类的新方法。拟定这些圖式的目的在于：(a) 指出岩層的影响与气候、微地形和中地形等影响相比較时前者起着怎样的作用；(6) 企圖以这些圖式的結構預示在自然地理条件，首先是气候条件有显著不同的領域的植被与地質条件的关系如何。

### 在不同地区表現出的植被与岩石及水文地質条件的关系

在前节中已經分析过成土母質影响植物分佈的一般原理。但是，为了將这些原理与地植物学和植物地理研究的实际結果相联系，应当（虽然是大略地）把証实在气候条件多少相同的地区內，成土母質和地下水对植被分佈起着最强烈的影响的一些事实加以分析。在地植物学和土壤学的著作中均有大量这样的事实，不过这些观察大部不是專門研究的結果，而是順便和其他植物地理資料在各个地区的地植物学論文中加以敘述的。

这些观察的資料散佈在許多不同的著作中，虽然这些資料無疑是有价值的，但完善地加以綜合是極困难的。因此，我們不准备对所有这些观察作詳尽的論述，在本节中，只对某些著作作簡要的分析，以便說明不同地帶的植被和成土母質与地下水的联系是以怎样的具体形式表現出来。

下面我們按照地理学標誌，即按照自論述較北地区的著作开始至較南地区的著作，加以分組来进行研究。

在論述苏維埃北方自然界的著作中，研究希宾山的磷灰石的土壤和植被的著作有很大的意义。大部分著作（科尔恰京、加澤、拉薩季納 1932；科尔恰京及科尔恰吉納 1932；科罗夫京 1934）指出，磷灰石地塊的植被和其他岩層的植被相比較，前者非常茂盛而且密度也很大。К.И. 索洛涅維契(1936)指出，洛沃澤尔山的霞石岩上有同样的情况。A.A. 和 M.B. 科尔恰京(1932)也曾指出磷灰石的植物羣具有一定的特征：生長在磷灰石上的植物羣，在森林帶为具有密茂而复杂的杂草[老鵝草屬之 *Geranium silvaticum*, 一枝黃花 *Solidago virga aurea*,



及毛茛屬 *Ranunculus* 和側金盞花屬 *Trollius* 各種]的云杉林，在亞高山草地帶為摻雜着華麗雜草草地的柳林。在其他岩層上則沒有這些植物羣落的類屬。可見，生長在這個地區的某些植物羣落主要是和磷灰石有關。

在森林帶北部關於研究這方面問題的一些資料包含在 科爾 恰京 (1929) 的托捷姆地區 (在舊沃洛格達省) 森林的著作中。科爾恰京將他研究的整個領域分為三區：(1) 褐色無漂礫的粘壤土區；(2) 位於不大深的侏羅紀頁岩之上的粘壤土區；(3) 紅色二疊紀頁岩區。著者按照上述地區，將不同的森林類型的分佈列為一表。根據該表的分析，發現下列情況。

在各種岩層上，實質上幾乎分佈着同一類型的森林；不過，發育在二疊紀頁岩上的森林類型的名稱上，著者處處附加以“二疊紀” (*Permense*) 定語，如二疊紀椴叢云杉林 (*Piceetum tiliosum permense*)，二疊紀花楸云杉林 (*P. sorbosum permense*)，這顯然表明二疊紀沉積的植物羣落和其他時代岩層的相似的植物羣落具有某些很大的不同之點。

在不同岩層上植物羣落類型性質的差異是不太顯著的。可以指出如水蘚松林 (*Pinetum sphagnosum*) 在無漂礫粘壤土地區為苔屬松林類型 (*Var. caricosum*)，而在位於頁岩上的粘壤土地區為帶石楠松林 (*Var. callunosum*)。除草本云杉林 (*piceeta herbosa*) 以外，大草云杉林和沼澤云杉林 (*P. magnoherbosum* 和 *P. uliginosum*) 也生長在粘壤土上，在頁岩上的粘壤土上則為真蘚云杉林 (*P. inundato filicosum*)，在二疊紀頁岩上為草木賊云杉林和珍珠梅云杉林 (*P. equisetoso herbosum* 與 *P. inundato filipendulosum*)。此外，還有某些其他的極次要的差異。

將生長在二疊紀頁岩上森林類型分為二疊紀森林類型的特殊羣，其基本原因是這些森林在砍伐和焚燒以後，在恢復過程中，具有特殊的性質。在二疊紀頁岩上，云杉林類型恢復只經過松林階段，而在其他岩層上的云杉林類型要恢復須經過松林和樺木林的階段，但有時也不經過松林階段。因此，二疊紀頁岩的植物羣落和它周圍岩層的

植物羣落类型的相似不是在發生上真正具有近似的性質，而只是植被發育至某一阶段的暫時契合。А.П. 申尼科夫(1929)也指出过这点，他曾引用科尔恰京描述的森林类型作为植物羣落契合的例証之一。А.П. 申尼科夫也曾报导，根据他的观察，托捷姆地区云杉林契合的性質在植被結構上有一定表現，在云杉林背景的二疊紀頁岩上广泛分佈着松林（松林是云杉林恢复过程中的一个阶段），而在其他两个地区的云杉林背景中却见到的为樺木和松树叢林。可以想像，不同岩層上的植被的这些差異由航空像片可以很容易地观察出来，并且可以作为地質判讀的標誌。

А. А. 科尔恰京（同上）將他們研究的所有森林类型編为極詳細的植物种屬一覽表。为了說明不同岩層上植物羣落的种屬近似性（虽然是接近的）的程度，我們將这些表加以分析，算出植物种屬的共同系数(Коэффициент общности)，这系数是依照乔木、灌木和草类計算出来（不計算苔被）。在植物种屬一覽表之中得出下列种屬共同系数：(1)無漂礫粘壤土和二疊紀頁岩的植物羣的种屬共同系数为55.6%，(2)位于侏羅紀頁岩上的粘壤土和二疊紀頁岩的植物羣的共同系数为53.1%；(3)不同种类的粘壤土的植物羣的共同系数为50.4%。

由上述的資料，可以肯定，我們分析每两种岩層的植物羣共有的种屬大約只占有所有种屬的一半；而表中其他一半种屬是不同的，它們只生長在一种岩層上。这一点可以用一些具体例子来証实：例如兴山榆(*Ulmus scabra*)只生長在侏羅紀頁岩上的粘壤土層上，櫻珞榆(*Juniperus communis*)和大耳柳(*Salix aurita*)只存在在二疊紀頁岩上，而黑柳(*Salix pentandra*)只生長在褐色無漂礫的粘壤土上。

М. Ф. 科罗特基和З. Н. 斯米尔諾娃的著作曾对森林帶的西北部适当地作过簡明的分析。科罗特基的著作(1912)是研究旧普斯科夫省的托罗彼茨县的植物羣。他确定在他研究的地区，橡树林与無漂礫的冰碛重粘土有着密切的关系，因而当地居民將这种土壤称之为“橡林下土”(поддубиц)。而松林則生長在砂土上，他將松林分为两个类型：棕黄色粗粒砂土松林和砂田松林。科罗特基發現每一松林类型的草被中有一定种的差異；他指出如熊果(*Arctostaphylos uva ursi*)小草百里



香(*Thymus serpyllum*)和加斯必草藤(*Vicia cassubica*)为砂田松林的一些代表种。不过需要适当地加以说明,这里似乎没有更大的种属差异。因此,我们将每一个松林类型(砂土松林四个地段,砂田松林五个地段)编为两个表。从表中求出的种属共同系数等于32.3%。

可见,只根据著作中引证的资料,已能预料到在科罗特基划分的松林类型之间种属的差异是相当大的。

3. Н. 斯米尔诺娃(1928)研究金吉谢普地区(列宁格勒省)的森林时,曾将它分为下列四区:(1)普里鲁日低地(прилужская низменность),由苏巴克瓦里粘壤土(субаквальный суглинок)组成,其下为无漂砾的砂;(2)北方砂地区,由漂砾砂组成,其下为冰碛石沉积;(3)南方砂地区,由冰碛粘土组成,其下为无漂砾的细粒砂土,部分为搬运的砂;(4)志留纪石灰岩高原。研究斯米尔诺娃区分的森林类型及其与她所确定地区的关系,可以看出著者分出的三十一种类型只有黑果乌饭树云杉林(*Piceetum myrtillosum*)一种类型重复出现在普里鲁日低地和南方砂地区。而其余类型仅仅只存在在某一个地区。

在С. Я. 索科洛夫(1926, 1928, 1929)的系列著作中,曾将苏联欧洲部分的北部和西北部发育在不同岩层上的森林类型,进行过比较。他研究过旧阿尔汉格尔斯克省的几个教学实习林场(在列宁格勒省)的森林类型。在他某一本著作(1929)中,曾综合了这些研究的某些结果,并引用了生长在岩石性质不同的基质上的相似植物群落的特征的资料。其中特别指出了涉及实习林场北方类群的资料。

在索科洛夫著作中,引用了关于上述林场云杉林的资料,由这些资料可以确定在不同岩层上云杉林的某些类型的差异。例如在石灰岩上为酢浆草云杉林(*piceetum oxalidosum*)和水藓云杉林(*P. sphagnosum*),在花岗岩片麻岩上为桧藓云杉林(*P. hyloconiosum*)和洛格云杉林(*P. fontinale*),在砂壤土和砂土上为酢浆草黑果乌饭树云杉林(*P. oxatidoso-myrtillosum*),草类云杉林(*P. mixto-herbosum*)和桧藓泥炭云杉林(*P. hylocomiosoturfosum*),在褐色粘土上为酢浆草云杉林,黑果乌饭树云杉林和草类云杉林(*P. oxalidosum*, *P. myrtillosum* 和 *P. herbosum*)。在这些云杉林之间,也发现有种属的差异:例如石

灰岩上云杉林下灌木層中發現有密枝瑞香、檜和大草的代表 [銀當歸 *Angelica silvestris* (擬)]，而在花崗片麻岩上林下灌木層的種屬則很貧乏。

不同类型的云杉林的種屬共同系数 (我們根据索科洛夫的資料算出) 相当低。

分析 С. Я. 索科洛夫 (1931) 关于維特盧加河流域的材料可以得出下列結論：系列越橘 (*Macciniosa*) 叢林类型生長在搬运的砂丘砂上，而許多黑果烏飯樹 (*Myrtillosa*) 林类型則生長在未搬运的砂上，而系列椴林 (*Tiliosa*) 类型生長在二疊紀杂色頁岩的殘丘上。

根据 А. М. 列昂特耶夫 (申尼科夫、索科洛夫、列昂特耶夫, 1933) 的資料，在皮涅加河地区，低級檜蘚云杉林和接近地表的石膏層有联系；在德維納-左洛齐茨克和西庫洛依地区，有落叶松的地方就標誌着接近基岩。在 А. С. 薩拉茲金研究烏姆巴河流域 (在科拉半島) 的著作中，有下列一些資料，檜蘚松林和白蘚松林生長在由灰色片麻岩組成的高原上，云杉樺木混合林生長在水積砂壤土和砂土上。

前一章已經指出，在 Р. И. 阿博林 (1910) 的著作中包括伏尔加河流域森林中的森林类型和成土母質的联系の觀察結果。

Л. Н. 秋利納在南烏拉尔 (1928) 的伊尔明山的研究是很有意义的，从中得出了下列的結論：植物羣的最主要类型的分佈和岩層有密切的依存关系。这种依存关系可以下列圖式表示：

岩 層	植 被 的 性 質
花崗片麻岩 (酸性岩)	具有津格兒金雀花 ( <i>Cytisus ruthenicus</i> ) 和喇叭茶 ( <i>Ledum palustre</i> ) 組成的稀疏林下灌木林的松林
云霞正長岩和正長岩 (基性岩，風化后成为鹼性产物， $\text{CaCO}_3$ 很多)	松-落叶松林和落叶松林，时而稠密，时而稀疏 (決定于斜坡的坡度和坡向)，其中混合有樺木并有丰富草被；由正長岩組成的地段，其邊緣为椴林所环绕
蛇紋石	干燥枯寂的稜狐茅蒿屬草原



Л. Н. 秋利納確定在不同岩層上形成的河谷植物羣也有一些差異，雖然這裡羣落的差異比分水嶺上植物羣落的差異小，如云霞正長岩上的草地是寬葉草，並且種的組成較複雜，而在花崗-片麻岩上的草地，植物種屬貧乏，而且主要是禾本科和苔屬。在山中凹地，云霞正長岩上的灌木叢 (урём) 主要為灰色赤楊沼澤，而在酸性岩上則為黑檜沼澤。

С. А. 科夫里京(1937)的著作包括關於森林帶西部，正是關於布良斯克地塊的重要資料。他確定系列森林羣落和海綠石砂與暗色戈利特及亞普第頁岩有密切的關係，並且做出反映某種成土母質接近地表的程度和地下水埋藏深度的一定生態行列。

已經指出，上述結論極不完整，曾受到批評。從文獻中找出森林羣落與地質條件的關係的論述，可以肯定，在各種情況下，當學者分析研究的結果時，不能不注意成土母質的組成和分佈，從而才能確定聚集在不同岩層上的植物羣落有某種相當明顯的和外貌表現上的差異（雖然著者本人沒有充分注意到這些差異）。

在論述石灰岩的植物羣的文獻中，我們也可以找到在蘇聯北方條件下關於沿着某種岩層分佈作為它的標誌的某些植被的資料。有許多學者曾描述過北方石灰岩的植物種屬，如 А. Я. 戈爾佳京(1895)，Р. 波原 (Рохле, 1903)，Ал. 與 Андр. 菲多羅夫(1929)，А. И. 托爾馬契夫(1938)，Ю. П. 尤丁(1938)，А. И. 列斯科夫(1938a, 1938b)，М. 基爾皮契尼科夫(1947)；也有其他一些學者順便作了一些觀察<sup>①</sup>。

П. В. 修澤娃(1912)和 К. Н. 伊戈希納曾經描述過在烏拉爾地區北部石灰岩上發現的北極高山草地類型（特別是仙女木屬之 *Dryas punctata*）。在 А. Н. 波諾馬列夫(1938)的著作中這一點分析得特別詳細。

上述絕大多數學者都集中於研究石灰岩露頭、赤裸地和懸崖上尋找到的植物種屬；所以他們的研究只確定了石灰岩陡崖植物種屬的種屬特徵。不過，А. И. 列斯科夫(1938)指出這些事實不單純限於石灰

① 關於這個問題的1937年以前的文獻目錄，可以在列斯科夫、尤丁和迪利斯(1938)的著作中找到；在這些著作中也編有石灰岩上生長的植物的一覽表。

岩陡崖；根据他的观察，在科日瓦河流域，石灰岩碎石堆上也存在特有的植物羣(达尼斯黄耆 *Astragalus danicus*, 圆叶风铃草 *Campanula rotundifolia*, 西伯利亚紫菀 *Aster sibiricus* 大量發育)；在石灰岩区的森林中，使人惊異的是有很厚的草層和丰富的灌木層，并且有系列只生長在这种岩層上的植物种，如蒙塔納蕨(*Cystopteris montana*)，栒子屬一种(*Cotoneaster uniflora*)，繡綫菊(*Spiraea media*)，芍藥屬一种(*Paeonia anomala*)。甚至石灰岩上的沼澤和其他地区的沼澤都完全不同，那里种的組成很丰富，而且有富于代表性的植物种如柳屬一种(*Salix myrsinites*)，虎耳草屬一种(*Saxifraga hirculus*)，馬先蒿屬一种(*Pedicularis sceptrum carolinum*)等。

由戈尔佳京和波尔的著作中已經明显看到，石灰岩上有来源和生态極不相同的类型的結合；这里，可以發現苔原植物，也可以找到草原种。M. 基尔皮契尼科夫(1947)以特別詳細的提到了这一点，他描述白克德瓦河沿岸石灰岩景观时，說道：“在仙女木(*Dryas octopetala*)大量發育的地方，有苔原的外貌；而且一个地段好像是典型的森林苔原(Лесотундры)，而另一个地段，又好像是疏林苔原(Дриасовые тундры)。相反，滿佈草原成分(半日花屬之 *Helianthemum minimum* 和百里香屬各种)的斜坡，远远看去，好像是南方的白堊斜坡。可見，甚至在石灰岩植物羣的外貌上已經有很大的不同。

北方区域的石灰岩上植物羣的这些特征在实际应用上可能有一定地指示作用的意义，因为它們在石灰岩層分佈的区域中具有特殊的外貌。上面談到石灰岩露头上的片段苔原和草原，在航空像片上一定表現得很明显，如果和森林地段結合时会構成代表石灰岩層的特有圖样，并且可以作为判讀石灰岩層的标誌，同时也可作为地上調查的輔助标誌。

論述所謂白堊植物羣問題的著作对于研究苏联草原和森林草原中植被与地質的关系的现象是有很大的意义的。

关于白堊植物羣的問題，在很多的文献中都有論述，只是它們对白堊植物种屬的来源有着不同的看法。不过这些文献在地指示作用方面总之是重要的，它們的重要性在于所有学者實質上都承認白堊植物



种屬的外貌和种的特殊性，这些外貌的特殊性显然是首先研究白堊植物种屬的学者 П. 謝麦諾夫(1851)將它提出并加以特別描述的。白堊以及在它上面形成的土壤的植被具有某些特征，这使它区别于由其他岩層組成地段的植物羣。

許多植物学家——B. H. 苏卡契夫(1903), B. A. 杜卡斯基(1903), 特别是 Л. A. 斯米尔諾夫(1934)的研究指出，根据白堊植物种屬的生态和發生途徑的不同，可將它分为几个类羣。斯米尔諾夫將整个白堊植物种屬分为 9 个“生态-种屬类型”，这些类型不只包括苏联欧洲部分南部的白堊植物种，而且还包括伏尔加河流域和南伏尔加的白堊植物种。这些类型分述于下：

1. 第三紀外来殘遺种(реликтовые экзоты)，主要分佈在白堊的西部露头处；这些殘遺种是沿着水流邊緣的隱蔽处保存下来的第三紀森林；属于这类的有著名的索菲亞瑞香(*Daphne Sophia*)，杜鵑屬一种(*Azalea pontica*)，黃櫨狀漆樹(*Rhus cotinus*)。

2. 草原帶白堊特有种(部分为石灰岩特有种)，作者認為属于此类的有 *Hyssopus cretaceus* 以及糖芥屬(*Erysimum*)和百里香屬的白堊种。

3. 石質斜坡的代表种，一般可能出現在白堊和其他岩層的碎石与卵石上；属于这类的有：茜苳屬一种(*Pimpinella titanophylla*)，庭薺屬一种(*Alyssum tortuosum*)和黃山蘿蔔(*Scabiosa ochroleuca*)等。

4. 自草原的地帶性植物类型周圍侵入白堊的草原种；属于此类的有各种羽茅和冰草。

5. 喜鈣植物种，自沙漠和半沙漠移居在鹼性基質上(但不一定在白堊上)；在此类植物中，包括驅蛔蒿(*Artemisia maritima* s.l.)，伏地膚(*Kochia prostrata*)和某些叉明棵。

6. 沙漠和半沙漠移来的白堊特有种，在沙漠帶必然生長在白堊上；不过它們大部分只分佈在苏联欧洲部分的东部(伏尔加流域，南伏尔加)沒有扩展至西部的白堊地塊上；这类典型的代表有：白堊假木賊(*Anabasis cretacea*)和豬毛菜蒿(*Artemisia salsoioides*)；后者远远向西侵入。

### 7. 混生种 (Сорные виды)。

8. 山地植物 (Ореофиты) 是高山草地殘遺种, 只分佈在西部白堊地塊上 (例如高山点地梅 *Androsace villosa*)。

9. 針叶林种, 即为白堊松林的植物种, 也只分佈在西部白堊地塊上。

从上列白堊植物种屬类型的分析, 可以看出它們对地指示作用研究的重要性并不是相同的。其中第(2)和(6)类型作为標誌無疑是最重要的。这些种基本上只生長在白堊上; 很早的学者把符合于这些类型的植物合称为白堊植物。

上述两种类型的一般指示作用大大減小, 因为在絕大多数情况下, 属于这两种类型的植物种只生長在完全暴露的白堊上, 利用它們来識別白堊不需要任何間接的標誌。豬毛菜蒿叢的作用最大, 因为利用它們可以識別經過風化發生很大变化的白堊。

山地植物的白堊殘遺种 (高山点地梅 *Androsace villosa*) 和針叶林成分, 特別是白堊松 (меловая сосна), 具有較小的地方性的指示作用。利用这些种作为指示岩石的領域, 限于水流作用的南界。最后, 其他生态一發生类羣的指示作用極為微小。

总之, 如果地植物学家期望找到作为指示白堊的植物標誌, 就应当利用所有这些类羣的結合, 尽力發現它們的外貌特征, 这些外貌特征是由于不同生态的植物种的結合而形成, 这对草原和沙漠起源的白堊特有的植物种具有特別重大的意义。

南方的植物种沿碳酸鹽岩層向北进展的现象可以作为成土母質影响草原和森林草原帶植物分佈的例子。这种现象分佈相当广泛。在草原北界 (科热夫尼科夫和泰格尔 1880; 尼捷尔格菲尔, 1885; 阿根科, 1885; 科尔仁斯基 1888—1889; 阿夫捷夫, 1939; 波尔胡諾夫和波克罗夫斯基, 1927), 和草原帶內部 (帕乔斯基 1917) 这种现象均已描述。

这些现象对地植物学家來說是最重要的, 因为他們力求將描述的这些事实的結果实际应用到地指示作用的研究中去, 如石灰岩上草原植物分佈很多, 就形成了片断的草原, 当野外路綫調查时就很容易識



別（在航空像片上也能識別）。

在石灰岩上出現这样草原景觀的例子在 C. 科尔仁斯基（1888—1889）描述旧卡贊省範圍內的由石灰岩組成的謝克涅斯和沃尔奇亞河分水嶺上的典型干草原的著作中也可以發現。这种草原的植物羣是很有代表性的形式的綜合体，它構成特有的石質草原羣社。科尔仁斯基提出代表石質草原的植物种有 19 种；其中提到高絲石竹(*Gypsophila altissima*)，棘豆屬一种(*Oxytropis caudata*)，山蘿卜屬一种(*Scabiosa isetensis*)，驢臭草屬一种(*Onosma simplicissimum*)，列兴茅草(*Stipa Lessingiana*) 和其他草原旱生植物以及草原灌木——李屬一种(*Prunus chamaecerasus*) 和裂叶綉綫菊 (*Spiraea crenifolia*)。

值得指出，科尔仁斯基描述的石灰岩上形成的草原景觀是極穩定的現象，它不只是沒有衰退，而且有正在进展的趋向。B. Д. 阿夫捷夫（1939）在科尔仁斯基之后几十年，調查过上述的分水嶺，他的觀察証實了上述的情况。他在这里找到許多科尔仁斯基沒有提到的草原种，而且它們散佈得相当广泛，如薩列普特茅草 (*Stipa sareptana*) 以及灰落草 (*Koeleria glauca*)，西伯利亞远志 (*polygala sibirica*) 等。显然，这些种是在科尔仁斯基和阿夫捷夫調查之間的时期內侵入到上述地段的。可見，在这里，草原的南方綜合体中增添了新的类型。

在草原帶，不同的非石灰岩層上的植物羣之間有着某些差異（無疑，这方面研究得是極少的（帕乔斯基 1917；希亞耶夫，1912；拉夫連科 1930）。例如 E. M. 拉夫連科（1930）曾研究过頓涅茨山脊的普罗瓦里草原的不同岩層（頁岩和石灰岩）的風化壳。虽然作者本人沒有將發育在这些不同岩石的風化壳上的植物羣落加以对比，但是从他所列的表中的植物种加以比較，就会看出代表頁岩的是由各种茅草（烏克蘭針茅、針茅、針茅屬之 *S. rubentiformis* 和 *S. dasyphylla*）和溝叶羊茅組成的暗淡的禾本科羣落；而在石灰岩上典型的草原有大量的双子叶植物（松叶草 *Galium verum*，六瓣合叶子 *Filipendula hexapetala*，著屬之 *Achillea setacea* 等）。

在“苏联欧洲部分植物羣圖”（1950）的說明中，曾指出有某些植物种和頓涅茨碳酸鹽頁岩和砂岩有着密切的关系，不过並沒有談到这

些岩層露头上的一些特殊植物羣落。

И. К. 帕乔斯基 (1917) 和 Г. 希亞耶夫曾描述过草原帶花崗岩的植物羣。帕乔斯基曾綜合了大量关于旧赫尔松省的花崗岩上的植物羣的資料，將其中 29 种列为一表，其中 12 种仅生長在花崗岩上。

根据 И. К. 帕乔斯基的記載，像这样模式种为：*Aurinia saxatilis*，石竹屬一种 (*Dianthus hypanicus*)，邪蒿屬一种 (*Seseli glauca*)，鉄角蕨屬一种 (*Asplenium trichomanes*)，水龙骨 (*Polypodium vulgare*)，*Tunica prolifera*，*Boillardia Vailantii*，*Scleranthus Perennis*，水苏屬一种 (*Stachys angustifolius*)，直立水苏 (*Stachys recta*)，水苏屬另一种 (*S. leucoglossa*)，麦瓶草屬一种 (*Silene compacta*)。不过帕乔斯基注意到，在他确定只与花崗岩基質有关的种与最經常因而也最能代表花崗岩的种之間有着一定的差異。属于后一类的他列举了 17 种，它們也可能在其他岩層上發現，但是在花崗岩上發現这类植物比發現上列真正只存在花崗岩上的独有植物机会多，并且对形成花崗岩基質景觀所起的作用也較大。由此可見，真正生态种不見得經常是最富代表性的、因而也不見得是重要的認識基質的植物羣，这个原理对地指示作用研究是有很大的意义的。

A. И. 馬尔采夫 (1924) 曾描述过卡明草原頁岩露头的植物羣。他把这里的植物羣分为兩类，这兩类植物羣随着頁岩上土壤形成过程的發展而相互更替。在这种更替的最初阶段，为代表新露头的 款冬 (*Tussilago farfara*) 叢藪，在較后的阶段，則为冰草屬 (*Agropyrum intermedium*) 植物羣落，它是較老的、局部生草的地区的代表。

由上列簡要的敘述可以看出，有关苏联欧洲部分草原帶植物与地質条件的关系的資料是不很丰富的 (这些資料可能包括在其他部分著作中，但我們尚不知道)。而且由于草原自然植被的破坏，現在要闡明这种关系就更加困难，所以在这里应用植物标誌来进行地質調查同样也很困难。因此，这里研究植物指示作用的整个任务應該放在科学理論的研究上。因为它在科学理論上研究的意义比实践的意义要大。

在 H. M. 阿尔博夫 (1890, 1893a, 1893b, 1894) 研究黑海沿岸，



阿布哈茲和明格列利石灰岩地塊的著作中，可以找到關於格魯吉亞和高加索其他地方的植被與一定岩層的關係的極詳盡的資料，作者在這本著作中確定了生長在石灰岩上的大量植物種。比較他的不同記載，可以知道，石灰岩的標準種為水楊梅屬一種 (*Geum speciosum*)，苔屬一種 (*Carex lasica*)，瑞香屬一種 (*Daphne sericea*)，*Astrantia Bibersteinii*，豬殃殃屬（拉拉藤屬）一種 (*Galium vallonoides*)，半日花 (*Helianthemum vulgare*)，黃岑屬一種 (*Scutellaria pontica* var. *abchasic*) 等。

A. A. 科拉科夫斯基 (1937) 指出，石灰岩植物種屬的特殊性在於其上生長着特有的水楊梅屬——苔屬草地的植物羣落，它是由水楊梅屬一種 (*Geum speciosum*)，苔屬一種 (*Carex pontica*) (*C. lasica*，根據阿爾博夫的資料) 和特有毛茛 (*Ranunculus Helenae*) 的高山草被組成。

A. A. 科拉科夫斯基對石灰岩和頁岩上草地巧合的現象進行的分析具有極大的意義。作者認為石灰岩上草地的某些變態（所謂中溫的雜草禾本科草地）和頁岩上的草地在外貌上具有某些相似的地方。為了說明它們相似到怎樣的地步，他曾將布茲比山脈的石灰岩上和它鄰近由頁岩組成的山脈上的草地資料編為兩表。從兩表比較中說明，在多度極高的植物中，頁岩上沒有斗篷草屬一種 (*Archimilla acutiloba*) 和苔屬一種 (*Carex pontica*)（典型的喜石灰的植物種），而在石灰岩上沒有老鸛草屬一種 (*Geranium gymnocaulon*)，纈草屬一種 (*Valeriana colchica*)，一枝黃花屬一種 (*Solidago alpestris*) 和 *Lampsana grandiflora*。如果將整個表加以比較時，注意這些植物種，則發現它們的共同係數等於 16.2%。

阿塞拜疆和亞美尼亞也有有關植物羣落和植物種與地質關係的資料。如 A. A. 格羅斯蓋因 (1926) 描述納希徹宛蘇維埃社會主義自治共和國的植被時，他認為植物羣的差異主要決定於岩層的性質，並且還指出了影響植物羣社結構的基本岩石類型。根據格羅斯蓋因的資料，植物羣和岩層的關係分列如下：

(a) 火山岩陡壁露頭和熔岩流。其代表喬木-灌木植物羣，以多

果檜 (*Juniperus polycarpus*) 和多刺黃蓍占優勢。沿着懸崖的裂縫和台階有小的植物羣聚相互更替，按照它們的組成，這裡的植被是很複雜的；

(6) 石灰岩。這裡的植被比上述的類型密集，種的組成也較固定。以水蘇屬一種 (*Stachys inflata*) 和墊狀絲石竹屬一種 (*Gypsophila raddeana*) 的植物羣落占優勢。格羅斯蓋因編制了石灰岩植物總表，並強調指出下列一些植物種和石灰岩具有密切的關係：石灰岩種黑麥屬一種 (*Secale vavilovi*)，菘藍屬一種 (*Isatis ornithorhynchus*)，蔞蓂屬一種 (*Thlaspirostratum*)，風鈴草屬一種 (*Campanula minsteriana*) 和台灣金絲桃 (*Hypericum formosum*) 等 (見格羅斯蓋因，1924，和 1938)。

(B) 第三紀石膏層。其上為疏散的叉明棵短命植物羣落，以鳶尾屬一種 (*Iris lycotis*)，黃蓍屬一種 (*Astragalus latifolius*) 及鴉蔥屬一種 (*Scorzonera pusilla*) 占優勢；

(r) 石膏和鹽份貧乏的沉積岩。植被中以黃蓍屬 (*Astragalus erinaceus*) 植物羣落占優勢；

(д) 石礫-碎石基質 (顯然在山麓坡積層上——維克托羅夫)。其代表植物羣為半沙漠植物羣落，以 *Acanthophyllum squarrosum* 和蓍屬一種 (*Achillea albicaulis*) 占優勢。

A. Л. 塔赫塔德然 (1937) 關於所謂“骨骼山” (Скелетные горы) 植被的著作，對認識亞美尼亞植物羣與地質的關係的現象是很重要的。“骨骼山”是不高而強烈分割的高原，由石灰岩、泥灰岩及較少的噴出岩所組成，分佈於亞美尼亞的南部。塔赫塔德然曾將這些山和山間地區的植被分為三大植物羣類型：佛利干那 (Фригана) 羣落 (旱生灌木叢)，托米里亞爾 (Томиляр) 羣落 (多絨毛的厄菲羅諾斯種 [Эфиноносные виды] 占優勢的植物羣落，主要為唇形花科)，和干馬德 (Гаммад) 植物羣 (石膏石質沙漠羣落)。根據塔赫塔德然的記述，這些類型和某種地球化學過程為主的地帶有一定的關係。佛利干那羣落發育於殘積帶，即在風化物停積在高原狀高地或平緩斜坡的地方，托米里亞爾羣落發育在碳酸鹽堆積帶，干馬德植物羣發育在硫酸鹽堆



积帶。

根据塔赫塔德然所編的关于各种岩層的植物羣表的分析，可以确定，紅色和灰色泥灰岩的植被的共同系数为 37.8%，泥灰岩和凝灰礫岩的植被的共同系数为 14.4%。可見，在泥灰岩和凝灰礫岩上相同的种約占种的总数的 0.1（十分之一——譯者註）；兩種岩層上其他的种均不相同。塔赫塔德然也指出过，發育在噴出岩上的佛利于那羣落和發育在沉积岩上的佛利于那羣落在种屬上有显著的差別，前者帕拉薩鼠李 (*Rhamnus pallasii*) 数量比沉积岩上多，而且有 *Satureja macranthra* 和馬紹尔麦瓶草 (*Silene marschallii*) 等。

塔赫塔德然強調指出石灰华（在达拉拉格茲山脈上）上的植物羣也有特殊性，这里具有代表性的占优势的种为風鈴草屬一种 (*Campanula radula*) 和 *Picridium dichotomum*。

亞美尼亞平原的各种类型的半沙漠植物羣与地質条件有着很密切的关系。例如菊屬一种 (*Pyrethrum myniophyllum*) 占优势的半沙漠羣落系生長在玄武岩熔岩的風化物上（克洛波托夫斯基，1935）。根据塔赫塔德然（1941）的意見，蒿屬一种 (*Artemisia fragrans*) 占优势的半沙漠羣落为凝結的熔岩流的典型代表。在火山灰和破碎的凝灰岩上發育着另一类型，所謂“石礫-石質”半沙漠羣落，以裂叶蓍 (*Achillea tenuifolia*, *Sedlitzia florida*) 和沙拐棗屬一种 (*Calligonum polygonoides*) 占优势。砂-石質基質上典型的羣落为菊屬一种 (*Pyrethrum chiliophyllum*) 的羣落（克洛波托夫斯基，1935）。最后，第三紀紅色頁岩以叉明棵短命的半沙漠羣落为代表（塔赫塔德然，1941；伊里因 1937）。

П. Д. 雅罗申科的著作对南高加索潮湿的亞热带作了叙述，作者在他的著作中分出下列类型的櫟林：在紅土上为哈威西亞櫟 (*Quercus Hartwissiana*) 和櫟屬另一种 (*Q. imeretina*) 占优势的櫟林，而在石灰土上則为西班牙櫟占优势的櫟林。如果考虑到威廉士关于紅土和基性噴出岩相联系的观点（威廉士，1936，344 頁），則这些羣落类型显然起着一定岩層的標誌作用。

在涉及中亞細亞和高加索自然界的許多著作中，列举了許多关于

成土母質和地下水影响植被結構的例子。

这里首先应当指出描述碳酸鹽岩層發育的不同地区的許多著作，其中包括科彼特达格山脈（林契夫斯基 19356），大巴尔汉山脈（波布罗夫，1931），巴德赫茲（林契夫斯基，1935a；奥吉耶夫斯基，1945；西多林科和米赫利松 1948），庫吉坦克套（涅夫斯基，1937），塔吉克斯坦山（岡恰罗夫，1936；斯彼蘭斯基，1936），薩雷山（波波夫，1922），费尔干納山脈和东费尔干納山（舒金，1915；維克托罗夫，1947B），恰特卡尔山脈（拉別茨卡雅，1933），騰格里峯（伊格納特耶夫，1887），克茲尔沙漠的殘山（庫利齐阿索夫，1923；科罗文，1923；波列茨基，1933），曼格什拉克（波尔涅曼和斯皮里多諾夫，1929）。

著者（維克托罗夫，1949a）在比較早的时候多少曾对这些著作作过一些研究，确信在碳酸鹽岩層上存在着乔木-灌木羣社的共同类型，并且以檜屬（*Juniperus*），黃連木屬（*Pistacia*），扁桃屬（*Amygdalus*），小葉屬（*Berberis*），針枝蓼屬（*Atraphaxis*），榕屬（*Ficus*），忍冬屬（*Lonicera*），鼠李屬（*Rhamnus*），麻黃屬（*Ephedra*），栒子屬（*Cotoneaster*）等种占优势。在極北的地方，这种植物羣社共同类型为曼格什拉克石灰岩的針枝蓼属一种（*Atraphaxis spinosa*）和帕拉薩鼠李（*Rhamnus Pallasii*）的灌木羣落，它在科彼特达格山脈，大巴尔汉山脈、庫吉坦格套和塔吉克斯坦山發育得最典型。不久以前，在克茲尔庫姆沙漠残余的石灰岩地塊上發育也相当好，在那里，M. B. 庫尔陶索夫（1923）曾發現黃連木屬的残余（皮斯塔利套山），而科罗文（1923）曾發現扁桃屬、栒子屬等灌木叢（努拉套山）。

大家知道，B. B. 加利茨基（1945）在其著作中論述錫尔河流域阿拉套山时，曾談到天山橡膠草（*Scorzonera tau-saghyz*）生長在碳酸鹽岩層上。作者根据天山橡膠草發育的岩石的化学分析，証实了他的观察，并且作出了有意义的圖式：天山橡膠草分佈的界綫和由碳酸鹽岩層組成的範圍的界綫完全符合。

M. Г. 波波夫在他自己关于南布哈拉和塔吉克斯坦的名著（1922，1923）中，曾描述过第三紀和白堊含鹽層和石膏層上特殊的植物种



屬，主要为各种鹽生植物(节节鹽木屬 *Halimocnemis*、合花草屬 *Gama-nthus*，鹽生草屬 *Halogeton*，豬毛菜屬 *Salsola* 等)。以后，对吉沙尔山脉的山麓(吉亞罗夫，1936)，庫吉坦格套(涅夫斯基，1937)，巴巴塔加(科尔日涅夫斯基，1925；波波夫，1925)，阿克套，林根套(科尔日涅夫斯基，1925)，加集毛利卡(波波夫，1925)，努拉套(克諾尔林格，1934)，克茲尔庫姆沙漠的劳劳山(維克托罗夫，19476)和上述相同的岩石上的植物羣也作了描述。P. П. 塔拉索夫在小巴尔汉对这些植物羣落作了詳細的研究；他在論述这个地区的論文(1951)中，曾將个别植物羣落与不同时代的沉积的关系作了詳細的分析。

C. A. 涅夫斯基对庫吉坦格套的雪花石膏(алебастр)露头上以白菜屬一种(*Triccnophora bucharica*)为主的植物羣落作了描述。

И. А. 拉依科夫(1924)曾在中亞細亞最南面的山地——帕米尔进行过观察，那里花崗岩風化物上以优若(*Eurotia ceratoides*)植物羣落为主，砂岩風化物上为 *Christolea pamirica* 植物羣落，在頁岩風化物上为东方茅草(*Stipa orientalis*)植物羣落。在 K. B. 斯塔紐科維奇的著作中(1949)，上述一部分观察的結果得到了証实(例如 *Christolea pamirica* 生長在砂質基質上)，另一些部分則受到了辯駁(优若生長在花崗岩風化物上)；此外，在他的著作中，还談到在砂土上生長着以風毛菊屬(*Saussurea sorocephala*)棘豆屬(*Oxytropis poncinsii* 和 *O. tianschanica*)为主的植物羣落。

在中亞細亞和哈薩克斯坦的平原上，也看到許多关于植物羣落与地質和水文地質条件的相关的现象。例如著名的哈薩克斯坦植物种屬研究者 H. B. 巴甫洛夫，在他自己的鑑定表(巴甫洛夫，1928—1938)中引用了大量关于不同种和一定岩層露头的关系的資料。这些观察也反映在鑑定表的簡要說明中。M. П. 波波夫(1940)曾將在各种岩層上發現的植物种列成一个总表。E. A. 沃斯托科娃(1953)曾叙述在西哈薩克斯坦有沙漠植物代表(黑瑣瑣 *Haloxylon aphyllum*，节节木屬之 *Arthrophytum pulvinatum*)沿渐新世的大陆相砂和砂岩露头远远向北侵入的情况。

在許多著作中，指出了某些植物羣落与接近地表的地下水的联

系；属于这种情况的植物羣落有黑瑣瑣，各種檉柳屬芨芨草（Чия）和各种蘆葦屬、蘆草屬、灯心草屬、拂子茅屬和駱駝刺屬的植物羣落以及柳林、胡頹子叢和其他弗列阿托菲特（Фреатифит）植物的結合。类似这样的資料可以發現在下列著作中：И. Г. 安德列耶夫（1934），Н. А. 巴集列夫斯基（1927），А. Г. 加耶利（1951），Е. П. 科罗文（1927），Е. П. 科罗文和 В. А. 米罗諾夫（1935），С. А. 尼基亭和 В. Ф. 波雅尔科夫（1935），М. П. 彼得罗夫等学者的著作。

在国外文献中也可以找到关于某些植物羣落与岩石的关系的資料。在普蘭尚（Planchon, 1854a）的法蘭西南部（謝文地区）調查报告中，可以举出在这方面有意义的系列事实。他首先描述了孤立白云岩地塊上的植物羣。虽然这本著作帶有一般植物种屬的性質，并且主要是列举了代表白云岩的植物种，但是其中終究也敘述了关于代表所調查的白云岩地塊的植物的結合情况，这些植物成塊狀分佈（例如，萎陵菜屬之 *potentilla caulescens* 大青屬之 *phyteuma Scheuchzeri* 和山柳菊屬之 *Hieracium ampelicaule* 的結合）。

著者（普蘭尚，1854b）在論述非石灰岩的矽酸鹽岩層的其他著作中，对植物羣落与地質条件的关系的問題闡明得更加詳細。在这本著作中，著者預先根据自然地理条件，將他研究的整个区域分为自然地理条件不同的高度帶（冬青屬占优势的滨海帶，栗屬占优势的中部帶，和山毛櫸屬占优势的上部帶），其中沒有研究整个植物种屬的組成，而只是研究了矽酸鹽岩層的代表种。根据普蘭尚的觀察，非石灰岩層（主要为花崗岩及其風化产物）上常占多数的植物是淡紅半日花屬之 *Cistus crispus*, *C. salvifolius*, *C. ledon*, 灰欧日南（*Erica cinerea*），半日花屬一种（*Helianthemum guttatum*），鷹爪豆（*Spartium junceum*），*Sarothamnus purgens*, 高山三叶草（*Trifolium alpestre*），大青屬一种（*Phyteuma Hemisphaericum*）和一些乔木-栗屬。这本著作的意义在于其中除了实际內容以外，还發表了下列的一些見解：在山地，应当在預先确定的自然地理（主要是气候）帶的範圍內研究植物和土壤-底土条件的关系。

在費尔諾利德（Fernauld, 1911）論述紐芬蘭的植物羣的著作中，



列举了植物羣社与一定岩石类型有極密切的关系的例子。这里，著者提出，志留紀石灰岩上生長着具有厚苔蘚層的白云杉林，在含碳酸鹽的砂岩上为沼澤和灌木荒野綜合体，在蛇紋石上有特殊的植物种屬，其代表种如鉄綫蕨屬一种 (*Adiantum pedatum* var *aleuticum* Rupr.)，在片麻岩上为微量营养植物羣和弱酸性植物羣。

在布列契尔 (Рэссель, 1931) 的著作中，曾描述英吉利的維利特什尔轄区的酸性岩和白堊上發育的植物羣落的組成的差異。在酸性岩上为具有酸模屬的各种植物羣落，在白堊上則以石竹科各种代表占优势的羣落。

在印度支那，在泰国南部，里德利 (Ridley, 1911) 將構成印度斯坦植物种屬綜合体和馬來綜合体的种的分佈界綫联系到成土母質的更替，并且指出馬來植物种屬主要沿花崗岩和頁岩分佈，而印度斯坦植物种屬是沿着石灰岩和砂岩分佈。

埃格列尔 (Eggler, 1933) 建議根据植物羣和基質的相互关系来确定哈茨山脈周圍植物社会，这种企圖是有意义的。这里确定了代表土壤条件的每种植物羣落，而且常常以此来鑑別成土母質。

根据上面簡要的敘述，我們將这些已經知道的实际論証作出某些一般性总结：

1. 在希宾山苔原上，俄罗斯北部森林中，烏拉尔山麓、日古利山、烏克蘭平原、高加索山、亞美尼亞与阿塞拜疆干燥残余高原、中亞和許多其他地区，在这些不同地帶的和景觀的条件下，已經觀察到植物羣落与地質条件相关的現象。

可見，植物与地質的相关現象并不是某一个地理区域的特征，而是可能在苏联整个領域和其他国家中發現。換句話說。产生这种現象不只是某一个地区，而是有一定的地理規律性。

2. 从各种著作中可以抽出研究有关植物羣落和植物种与地質条件的关系的資料，可是这些著作的著者絕不是將闡明植物羣和成土母質的关系作为他自己的任务，而只是給某一地区的植物羣及其生存条件作客觀的描述。虽然如此，但是在許多情況下，他們仍全面地反映了植被和岩層的关系，好像这是他們工作的專門目的。可以正确肯定，

当著者相当詳尽地和客觀地描述植物羣时，除了他自己的意圖之外，自然而然地也反映出了植被結構和成土母質的分佈之間存在的密切联系。

3. 植物羣落与地質条件的关系的地理普遍性和不同学者自發地反映出来的現象，說明了在自然界本身中本来就存在着这种依存关系，也說明了在一定領域的範圍內，成土母質及其特有的地温屬性、水文情况以及从成土母質产生并反映它許多物理-化学特征的土壤 乃是不同植物羣落分布的最重要的因素之一。

4. 植物羣落和种与地質条件的关系显然只表現在某些多少有限的領域的範圍內。所有上面分析过的論文實質上具有較窄地区性的地植物描述的性質。而且甚至粗略地比較不同自然地理区域条件下的相同岩層上的植被也会很容易地發現植被的組成和結構有着很大的差異。

5. 可見，植物分佈与岩石和水文地質因素的依存关系取决于某一地区的条件。如果我們借不同地区获得的資料的对比，从觀察的植物羣落之中来找适合任何地点和条件的“普遍”的地質和水文地質的標誌，那末这是徒勞無益的。列宁写道：“任何具体东西，任何具体事物和所有其余的东西，均处在不同和經常矛盾的关系中……”<sup>①</sup>。所以在不同的自然地理条件下，相同岩層上的植物界也不可能是一样的东西。

6. 因而，要正确应用地植物標誌来繪制地質和水文地質圖，首先应当認識利用这些標誌获得正确結果的地理範圍，如果超出这範圍以外，則会得出錯誤的結論。

7. 如果存在着成土母質的影响与决定植物种和羣落分佈的其他因素的影响之間处在怎样的关系中的正确概念，那末就会成功地解决这个問題。

### 岩層区和植被

在本章以前各节中，已經分析过成土母質和地下水对地帶、亞帶

① 列宁：哲学筆記，112頁



和其他自然地理条件多少相同的領域內的植物羣落分佈的影响。不过，在地質調查中应用地植物观察时最重要的是区分相同岩層区（整个范围由相同岩石組成的領域）的植被。可以肯定的說，如果沒有正确了解植被和岩層区的相互关系，要在地質学中应用地植物学方法作为輔助的方法那是不可能的。

十分明显，在一定地区範圍內，相同的岩層上可能發現不同的土壤和生長在其上的不同的植物羣落。

在相同岩層的范围內，这种土壤-植被的差別，只能从威廉士提出而以后又得到其他土壤学家予以發展并进行了某些修正的土壤形成过程的观点出發，才能正确理解。

按照这种概念，土壤形成过程是岩層和在它上面發生的土壤与植被协同变化的統一而連續的过程。它是在植物羣落經常更替的情况下，即由低等有机体的結合至各种各样植物羣落更替过程中表現出来的，其中高等植物起着很大的作用。在威廉士和 E. B. 波雷諾夫的著作中，曾描述了土壤發育中的这种阶段性。这种概念貫徹到地植物学的研究中，使我們正确理解許多植被的更替有了可能。

在相同岩層区的范围內，逐漸發育着各种不同的地形和出現岩体露出地表的構造作用，如果这不妨碍土壤的形成，則它們和其他一些次要的現象会引起由該岩層組成的整个区域內的土壤形成过程不以相同的速度也不同时进行。坡积物和其他冲积形成物、喀斯特形成物、暗蚀和其他現象会使土壤形成过程的进程更加复杂化。在所有这些因素的影响下，岩層区便分成为許多具有一定土壤和植物羣特征的个别生長地。学者会遇到不同表現阶段的土壤形成过程，亦即土壤-植被不同变种的土壤形成过程。不过，土壤和植物羣落的这种多样性是一个复杂的整体，它主要是由于在一些作用的影响下首先是土壤形成过程的影响下（其他作用的影响会使土壤形成过程更加复杂）引起整个岩層区划分的結果而引起的。

从这个观点出發来分析岩層区，則它是生長地和生長在其上的植物羣落特有的綜合体系，是由土壤形成过程和母質構成的联合体系，母質的屬性表現在土壤、地形和水的情况中。

上述的見解表明，不能單以任何一種植物羣落來鑑別某種岩層。要利用植物羣作為指示某一岩層區的標誌，應該分析在土壤形成過程中在該區發生的植物羣落的整個行列，並且要找出最能和其他岩層上的相當行列有明显區別的行列的外貌。

某些具體例子可以証實上列的意見。比較哈薩克斯坦西部的智爾卡爾山的賽諾（上白堊紀中期）白堊和旧第三紀頁岩的植被<sup>①</sup>可作為一例。這些沉積層的層位相互直接靠近。不過，在這些岩層上由於土壤形成過程引起植物羣落行列的更替，它們相互之間有很大的差別。如在白堊上可以分出下列植被發育的階段：

(a) 稀疏白堊假木賊 (*Anabasis cretacea*) 羣聚，生長在土被不發育的白堊和似白堊的泥灰岩的露頭上（主要沿着陡的懸崖和斷崖）；

(б) 白堊種佔優勢的植物社會，如独行菜屬一種 (*Lepidium Meyeri*)，紫羅蘭屬一種 (*Matthiola fragrans*)，豬毛菜蒿 (*Artemisia Salsoloides*)，邪蒿屬一種 (*Seseli tenuifolium*)，蘿卜屬一種 (*Scabiosa isetensis*)，麥瓶草屬一種 (*Silene suffrutescens*) 白堊柳穿魚 (*Linaria cretacea*)，它們生長在較平緩的斜坡上，其上蓋着很薄的土壤，在 И. П. 格拉西莫夫的著作中稱這種土壤為“白堊上未形成的土壤” (1928, 31頁)；

(в) 白堊大戟 (*Euphorbia cretacea*)，蘿卜屬一種 (*Scabiosa isetensis*)，磯松屬一種 (*Statice suffruticosa* var *Leptophylla*)，樟味藜屬一種 (*Camphorosma monspeliacum* var *hirsutissimum*)，針枝藜屬一種 (*Atraphaxis replicata*) 社會，它們生長在白堊高原山麓的坡積層上；

(г) 白濱藜 (*Atriplex canaum*)，小蓬屬一種 (*Nanophyton erinaceum*)，叉明棵藜 (*Anabasis salsa* f. *typica*) 社會，生長在“白堊平原”上（伊里因和羅熱維茨，1928），此處由於土壤形成過程白堊已發生強烈變化，並且在它上面形成了鹼土類土壤，後者具有稜狀碳酸鹽鹼土性質（格拉西莫夫，1928）。

在和上述白堊直接相聯的含石膏的旧第三紀頁岩上，發現有下列

<sup>①</sup> 這裡描述白堊和頁岩的植物羣大部分是根據 E. A. 沃斯托科娃的觀察，我們利用了她收集的資料，特向她表示衷心的感謝。



## 系列植物羣落:

(a) 由土盖-奥托(Тырай-ото) (*Salsola brachiata* var. *hirsutissima*), 小型复叶猪毛菜(*Salsola foliosa*)和鹼蓬屬(*Suaeda*)某些种形成的極稀疏的組成十分不穩定的植物叢。它們生長在頁岩物理風化后的疏松質体上, 其中充滿着結晶的石膏結核, 頁岩的層次尚未分化(这种風化最初阶段的特殊頁岩当地土名为“松陷土”);

(6) 由叉毛蓬屬一种(*Petrosimonia hirsutissima*), 什林卡塊爪爪(*Kalidium Schrenkianum*), 鹼蓬屬一种(*Suaeda physophora*), 普薩莫格唐(*Psammogeton Borczowi*)組成的較穩定植物社会。生長在松陷鹽土上, 其層次發現有某些不大的分化(后一种植物特別有代表性, 它的藍紫色的繖形花序給頁岩的植被形成很特殊景象); 在这些生長地上, 常常出現节节鹽木屬一种(*Halimocnemis Karelini*), 猪毛菜屬一种(*Salsola crassa*)和另一种猪毛菜(*S. lanata*);

(B) 矮小假木賊(*Anabasis depressa*)的特有类型的假木賊叢, 它在具有黑蒿(有时出現蒿屬另一种 *Artemisia maicara*)斑点和土盖-奥托叢林的綜合体中構成突出的特殊的密实“草墩”(因此, 整个假木賊叢有条件称为“草墩地”)。它們借以生長的土壤, И. П. 格拉西莫夫(1928)称之为塊狀鹽土(глыбистые солончаки)。

上述兩种植物羣落行列反映了(当然是簡單的)岩層的風化和成土过程。按照这一点, 行列的前列發現在由于地形的条件使岩層保持相当裸露狀況的地方, 而行列的后列發現在具有使土壤形成过程正常进行的条件的地方, 即主要在平坦的地方。結果, 由于形成土壤-植被的不同阶段的結合。产生了复杂的綜合体。

注意这里完全沒有兩個共同的羣落行列; 甚至几乎沒有共同佔优势的植物; 唯一共同的优势种为假木賊, 但是它有兩種显著不同的形态, 其中某一种形态和某一种岩層有着密切的关系(这些形态我們早已描述过——維克托罗夫, 1951)。

这样, 在兩种直接相互联接的岩層区, 可以看到显然不同的植物羣落的更替, 它們之間沒有任何共同之点。

不过, 上述的例子可能表現上述的原理还不够令人信服, 因为所

研究的岩層它們的岩性和化學性完全不同。因而有必要研究另一情況：在土庫曼東北部庫亞達爾英古沖積平原範圍內，發育着兩種砂，其中之一由灰色和黃灰色雲母砂組成，屬於阿姆河古老沖積層（阿姆河流入薩雷卡麥什盆地的時期），第二種砂由黃色和紅色石英砂組成，按照它的來源，和所謂“查翁古茲”岩系（Заунгузская свита）有聯繫。上述第一種砂主要分佈在原來古沖積平原範圍內，第二種砂在薩爾馬特（上中新統下部）殘丘的表面，但部分也降至平原上。所以兩種類型的砂常常互相直接毗連。

在查翁古茲岩系形成的砂上可以分出下列植物羣落類型：

（а）列奧繆里（*Reaumuria oxiana*）（檉柳科——譯者）、白節節木（*Arthrophytum persicum*）和灌木豬毛菜（*Salsola arbuscula*）社會類型，生長在原來最少移動的砂上，經過分析，發現其中含大量石膏（這種情況其他學者也指出過）；

（б）白節節木、球穗麻黃（*Ephedra strobilacea*）和柯諾路易柯蒙木（*Ammodendron Conollyi*）社會類型，生長在構成砂脊的移動砂和部分固定的砂上。

（в）柯諾路易柯蒙木和厚砂三芒草（*Aristida pennata*）社會類型，生長在構成新月砂丘的再次移動的砂上。

在古老沖積砂上發現下列羣落的更替：

（а）在構成古老河床（達爾雅雷克、和道丹）河岸的未移動的砂上，生長着黑瑣瑣叢（黑瑣瑣 *Haloxylon aphyllum* 社會類型），其中有大量駱駝刺（*Alhagi pseudalhagi*），檉柳屬各種（*T. ramosissima*, *T. florida*等），有時有鹼穗木屬一種（*Halostachys caspica*）。

（б）在龜裂地之間形成不厚砂堆的移動砂上，生長着黑瑣瑣、硬豬毛菜（*Salsola rigida*）和無葉蜆葵（*Anabasis aphylla*）社會類型。

（в）在移動并形成巨大砂脊（主要沿古代灌溉地的邊緣）的砂上為檉柳屬（*Tamarix*）一種（Джингил）和駱駝刺（*Alhagi pseudalhagi*）社會類型。

可見，在同一個地區，兩種岩性相近的砂上有顯然不同組成的植物羣落，它們反映了砂移動和固定的不同階段，以及其上的土被的不



同發育阶段。

像这样的例子可以举出很多。而且应当指出，在山区，岩層区的植被結構最复杂。例如，在奇利-烏斯通和奇利-馬依蘭山，它們大部是由塊狀灰色大理石化石灰岩和疏松的綠色片岩組成，在这里，可以看到兩種表現很明显的羣落行列，它們随着由几乎裸露的岩層轉变为十分發育的土被而相互更替。在石灰岩上生長着下列一些植物羣落：

(a) 地衣(*psoroma* 和 *placodium* 屬各种)及苔蘚(*Stereodon* 屬各种)羣叢，生長在石灰岩懸壁上；

(б) 麻黃屬一種(*Ephedra equisetina*)單獨植株，生長在堆積于石灰岩絕壁和懸崖的裂縫中的細粒土上；

(в) 有刺扁桃(*Amygdalus spinosissima*)，布哈扁桃(*A. bucharica*)，鼠李(*Rhamnus coriacea*)，針枝蓼屬一種(*Atraphaxis pyrifolia*)和侏儒櫻桃(*Prunus prostrata*)佔優勢的灌木叢，生長在含有大量碳酸鹽細土及少量大塊石灰岩的石灰岩碎石堆上；

(г) 澳洲朴樹(*Celtis australis*)和忍冬(*Lonicera arborea*)小林，沿着石灰岩斜坡和石灰岩中細谷底部生長；

(д) 鼠李和侏儒櫻桃叢林，沿着石灰岩層的頂部生長。

(е) 彼羅夫斯基(*Perovskia scrophulariaefolia*)佔優勢的植物社會，沿着峽谷底部的石灰岩碎石堆生長。

(ж) 阿月渾子(*Pistacia vera*)和草被中佔優勢的蒿屬(*Artemisia sublessingiana*)的植物類型，生長在具有強烈碳酸鹽化灰色土的半草石灰岩的平緩斜坡上。

在片岩上可以遇到下列羣落類型：

(a) 二種兔唇花(*Lagochilus diacanthophyllus* 和 *L. platyacanthus*)佔優勢的先驅植物羣聚，生長在由片岩組成的裸露小丘上；

(б) 叉明棵羣聚(豬毛菜屬之 *Salso'a dendroides*，小葉鹼蓬之 *Suaeda microphylla*)，生長在咸水泉附近。

(в) 疏稀植物羣聚，短命植物佔優勢，部分為紫草科一種(*Tricholesma incanum*)和 *Acinthophyllum* 屬各種，生長在片岩碎石堆上。

(г) 上列植物種中夾有菲爾干蒿(*Artemisia ferganensis*)的植物羣

聚，生長在某些稍生草的碎石堆上；

(д)禾本科-蒿屬社會類型（主要為冰草屬之 *Agropyrum trichophorum* 和菲爾干蒿），生長在片岩灰色土上。

如果將上述的植物羣落行列和稍前分析過的行列相比較（5—8列和3—4列比較），那末就可以發現，它們有着相當大的複雜性，這顯然是由於山地有多種多樣的生長地的關係。不過這裡也和前一種情況一樣，發育在不同岩層區的羣落行列相互之間有着顯著的不同。

自然，像這樣全面的比較不是經常可以看到的。在成土母質的岩性頗相似的情況下，則它們地區的植被中經常會有些類似的羣落。下列的資料可作為例子。

某些學者沒有將研究岩層和植物羣的相互關係作為他自己的任務，但在他的著作中將某一種岩層區範圍內的植被劃分出十分詳細的植物圖。如 C. B. 貝斯特羅夫(1939)將希賓山河谷苔原的植被形成聯系到霞石正長岩風化的階段，它散布在由碎屑物質堆積組成的巨礫中，其上發育着苔原。由於正長岩破壞時在巨礫中形成許多孔穴，因而著者將此種孔穴的平均大小作為正長岩風化程度的特徵。著者根據他對岩層風化和植被更替的觀察所作的對比，將這些聯合過程分為下列階段：

(а)無林區(Верещатники)，代表土壤形成的最初階段（巨礫中孔穴平均大小為2—4公厘）；

(б)矮林苔原(ерниковая тундра)，代表較發育的土被（孔穴平均大小為5—6公厘）；

(в)樺木曲林，代表土壤形成最高階段（孔穴的大小為12—15公厘）。

既然這裡土壤形成和霞石正長岩的風化有緊密的聯系，那末貝斯特羅夫指出的這種聯系是十分可信的。

在 C. A. 科夫里京(1937)論述捷斯納河階地植被的著作中，曾包括森林帶條件下相同岩層區植被複雜結構的例子。例如在最上的第五級階地，科夫里京將在某一成土母質上的土壤和植被區分為系列土壤和它相聯系的植物羣落行列，而且指出形成這些植物羣落行列的主要因



素是地下水的位置和距冰水沉积層之下的含磷鈣土的海綠石砂表面的深淺。这里，著者將冰水沉积層上的植物羣落区分如下：

(a) 稀疏的地衣苔蘚松林，生長在貧瘠的（含腐植質 0.7%）中灰化土上，这种土壤在地下水埋藏很深的情況下很發育；

(б) 越橘松林，生長腐植質較丰富（含腐植質 1.3%）的中灰化土上，这种土壤在含磷灰土的砂接近地表的情況下很發育；

(в) 黑果烏飯树松林，生長在潛育化的强灰化土上，这种土壤在地下水接近地表的情況下（最大80公分）很發育；

(г) 酢漿草（有时为椴屬）松林，生長在地下水深1.2—1.5公尺的弱度灰化土的斜坡上。

在含磷灰土的海綠石砂上，由于底土湿润条件的不同，在地下水位深的生草弱灰化土上，生長有榛屬和椴屬林下灌木林的櫟林，或者在地下水深不到 50 公分， $P_2O_5$  含量極高（1.48%）的泥炭灰化潛育土上生長有莫里尼亞草真蘚松林（*pinetum polytrichoso molinosum*）。

必須注意，这里，在兩種相互直接重叠的砂上也沒有發現重复的羣落，这和以前分析过的系列情况相似。

从Г.Н.諾維科夫描述里海沿岸低地北部和在冲淡过程中發生变化的土壤类型的著作，可以抽出一些关于半沙漠帶某些岩層的植被的結構資料。著者將这里粘壤土（复在岩層之上）上的植被分为：(a) 黑蒿社会，生長在稜柱狀鹼土上；(б) 禾本科植物羣落，生長在淺盆地的暗色土上。生長在岩石的另一类型的砂壤土上（輕砂質粘壤土上）的植被可区分为：(a) 白蒿-伏地膚-母草社会，生長在深柱狀鹼土上，(б) 禾本科-白蒿-伏地膚社会，生長在淡栗色鹼化土上；(в) 杂草-禾本科社会，生長在淺盆地的暗色土上。

上面已經指出过，在岩層的岩性和化学性很相似的情況下，个别植物羣落可能在这一和另一岩層上重复出現。由Г.Н.諾維科夫的研究資料中可以看到这种例子，这里所談的是关于强度鹽漬化的里海沉积，它們的机械成分差別比較小，相互之間是極緩慢地轉變的。所以在它上面出現部分相同的植物羣落行列是很自然的。

从上述一般的見解和分析的例子可以作出下列結論：

1. 只有在植被和岩層区共同發育的过程中，即在土壤形成的过程中，来研究植被和岩層区的相互关系，才能对它們有正确的理解。

2. 由这个观点出發来分析，岩層区是各种各样生長地及定居其上的不同植物羣落的綜合体系，它是在由系列其他过程影响下形成的土壤形成过程中發育的。

3. 为了地質学的目的，利用地植物觀察的学者的主要任务之一應該是尽可能更全面地闡明由于岩石風化和土壤形成在該岩層上發育的植物羣落的行列，而且为了闡明它們的差異，應該比較發育在不同岩層的植物羣落行列。

4. 在岩層屬性很相似的情况下，其上的植物羣落行列可能有某些程度的相似。

这是論及岩層区和植被相互关系的一般結論。

应当还須提出一点意見。B.Б.波雷諾夫在科学中引用的地球化学景觀的概念对建立岩層和植被相互关系的正确观点是有很大的意义的，这种概念即为“地表要素标示着在它整个範圍內要素产生轉移的一定和一致的条件，因而也标示着在这过程的一定阶段中，岩層、風化产物、土壤和植物羣亦即景觀的一定結合”（波雷諾夫，1952，390頁）。从这观点出發，則处在土壤形成一定阶段的和处于該土壤和參預土壤形成的植物羣落定居的岩層区的每部分是特有的地球化学景觀。那末，整个岩層区可以看作和土壤形成的生物化学过程的各个阶段相联系的地球化学景觀体系。由地植物和地球化学观点共同研究不同岩層区有着很大的科学和实践的意义。



### 第三章 对地指示植物調查有意义的植被的特征

#### 在地指示植物調查中被利用的岩層的植被差異的类型

在地質和水文地質調查中，应用地植物学方法主要在于闡明植被的結構和組成中与一定岩層有密切关系并能作为指示標誌的特征。換言之，应用这个方法在于揭露不同岩層的植被中的十分固定的差異。

十分明显，不同岩層的植被中的差異，可能表現的鮮明程度是各不相同的。有的很容易發覺的差異，不仅是植物学專家而且地質学家和一般的自然科学研究者也都能辨別出来。不过，这样現象不是經常有的。而下列的情况則很普遍，即为了闡明不同岩層上的植被差異，必須利用現代地植物学拟定的所有的研究方法。要闡明这种差異，必須进行專門的研究，而这只有地植物学家才有可能。

在地指示植物調查的实际工作中利用的岩層的植被中的所有差異，按照需要加以闡明的觀察的詳細和复杂的程度不同，有下列几种类型：

1. 植被的一般生态外貌性質的差異。这种差異包括下列情况，即在不同岩層上相互有显著不同的佔优势的植物的基本生活型（例如，属于这种情况的，在一种岩層上以木本植物佔优势，在另一种岩層上，則为草本植物組成的羣落等）。

2. 植物种屬的差異（在外貌上沒有显著的不同）。属于这种差異类型有下列情况，即在不同岩層上發育着植物种屬組成相互不同的植物羣落，但是沒有像第一种情况那样显著的外貌的差異。这种差異也許是最普遍的和平常的一种。

3. 和一定岩層或一定水文地質条件有密切关系的各个种和种內变型的差異。这些差異的产生和某些岩層上形态形成过程与种的形成过程有紧密的联系。

4. 不同岩層上植物種生活強度(жизненность)的差異。這種差異包括下列情況，即在不同岩層區同一種植物處於非常不同的條件下，它們的生活強度有顯著的變化。

如果生活強度這些變化包括許多分布很廣的植物種，那末，其結果，某岩層上的植物羣的外貌可能有強烈的共同的變化，而這些變化就是重要的指示標誌。

5. 不同岩層上的植物種和植物羣落分佈的差異。這些差異包括這種情況，即同一植物種（有時也是種的結合）在不同岩石或水文地質條件下有不同分佈的形式，這種差異類型目前主要只應用在水文指示植物的調查中。

6. 在不同岩石和水文地質條件下植物發育節奏的差異。這是研究得最差的一種差異類型，如果要發現這種差異，需要進行半固定觀察(полустационарные наблюдения)，目前它在地指示植物調查的實際工作中應用很小。

在地指示植物調查中利用的不同岩層的植被的各種差異現在已經詳細列出。不過，決不能認為在這種調查中利用地植物標誌的範圍已不能擴大。相反，應當知道，隨着地質調查中的輔助地植物學法的完善和推廣，這些標誌的數目將不斷地增加。

在本章下列各節中，將對上列提出的差異的各個類型作較詳細的分析。

### 植被的一般生態-外貌性質的差異

這種植被差異在不同岩層區中最容易發現。

這種差異類型應當理解為這樣的情況，即在某一種岩層上構成植被的羣落的整個綜合體（或者綜合體大部）在整個結構上和整個外貌上和發育在其他岩層上羣落有着顯著的不同。

在自然界看到這樣的差異是十分平常的。上面已經舉過這樣的一個例子，如在奇利-烏斯通和奇利-馬依蘭山的古生代石灰岩和古生代砂質片岩上看到的植物羣。我們知道，在上述山地的石灰岩上基本上是以喬木和大灌木為主的羣落佔優勢[阿月渾子(*Pistacia vera*)，有刺



扁桃(*Amygdalus spinosissima*), 忍冬屬一種(*Lonicera Altmanni*), 忍冬(*L. Arborea*), 澳洲朴樹(*Celtis australis*)], 而在片岩上則完全沒有喬木和灌木。片岩上佔優勢的植物羣是草本植物羣落或小半灌木叢(禾本科-蒿屬和雜草草原, 兔唇花屬叢和豬毛菜屬之 *Salsola dendroides* 灌木叢)。

在土爾克斯坦山脈上, 我們也看到不同岩層上植物羣有這樣顯著不同的情況。這裡, 沿着古生代石灰岩地塊分佈着有喬木和大灌木參與的阿爾契夫林(арчевник), 黃連木林和扁桃林, 而在和古生代岩層相接觸的處在不同土壤形成階段的侏羅紀和白堊紀的含鹽砂岩和頁岩上, 則以豬毛菜屬(*Salsola*), 合花草屬(*Gamanthus*), 節節鹽木屬(*Halimocnemis*)以及藜科(*Chenopodiaceae*)其他代表的鹽生植物的各種各樣的結合為主, 它們是矮小的一年生植物或半灌木。

C.A. 涅夫斯基(1937)確定庫吉坦格套的石灰岩和古生代含鹽層的植物羣有同樣的差異。

石灰岩上的喬木-灌木羣社和片岩與砂岩上的草本半灌木羣社的這種外貌對照在航空像片上可以明顯地反映出來。例如在下列航空像片上(圖1), 沿着石灰岩露頭分佈的為喬木林(黃連木), 而由蒿屬植物羣落構成的灰色無結構地段相當於砂質片岩區。

在西哈薩克斯坦條件下, 根據我們的觀察, 砂土組成的區域與成土母質是含石膏頁岩的領域在植物羣性質上有着顯著的不同。在某些情況下, 這兩種岩石類型十分接近。例如, 在阿爾布(альб)沉積上, 其上部岩系由疏松的淡色砂土組成, 而下部為致密的灰色有時幾乎是黑色的含石膏頁岩。在這樣的情況下, 找到這一和另一岩系界綫是非常容易的, 因為在砂土上發育着具有雜草的埃爾克克草原(Эркекская степь), 而在含石膏的頁岩上為豬毛菜屬和假木賊佔優勢的綜合體。矮小的棕-綠色假木賊草墩及矮小的暗藍色豬毛菜屬矮灌木叢與由禾本科與高雜草組成的砂土上密茂的草層有着非常明顯的界綫。

在地質學和地植物學文獻中, 可以找到這種差異的一些例子。如Д.Д. 切涅爾(1932)指出, 具有多汁草本植物的森林草原區域可作為侏羅紀頁岩沉積層的代表, 而干燥松林則為寒武志留紀砂岩的代表。



圖 1. 石灰岩上黃連木林和砂質片岩上蒿屬羣落  
(灰色無結構的景象為蒿屬羣落)

Л.Н.秋利納(1928)曾詳細地描述過，在南烏拉爾山麓花崗-片麻岩和云霞正長岩上發育着多种多样森林類型的景相中，迴然显现出了蛇紋岩崗陵上的蕭條干草原，它在四周的森林翠綠中突出為一種單調的灰色斑點。

A.A.格列賓舍科娃(1939)的著作中也包括一些有意義的資料。她在伊凡諾沃省的赫魯列伏和帕拉什基諾的樺木-真蘚沼澤地塊間看到了只生長水蘚的有明显分界的無林地段。這些地段和長滿樺木（毛樺 *Betula pubescens*）的沼澤的總景相的對照是很清楚的。這些無林地段是由于產生了喀斯特漏斗而形成的。根據格列賓舍科娃的資料，有林沼澤地塊位于含有大量石灰質的不深的漂礫粘壤土之上。而在那些由于形成漏斗以致使碳酸鹽岩層下沉到很深处并且形成几十公尺厚的泥炭層的地方，則沒有樹木。



因此，在这里，木本植物羣落对下垫岩層接近地表的程度起着標誌（指示）的作用。这在一定程度上和H.Я.卡茨(1939)在鄂畢河下游对苔原的觀察是相符合的。卡茨認為在植被中乔木-灌木类型（矮樺 *Betula nana*）的成分增加是含礦物質底土接近地表的可靠標誌之一。

上面研究过的所有例子是我們亲身觀察和文献資料中找出的結果，从中可以容易地發現，在不同岩層上植物羣的外貌有显著的不同，主要是由于不同的生物形态（如乔木、灌木、半灌木、草本和苔蘚）佔着多数。

不同生物形态佔优势的結果不仅容易使总的羣落外貌不同，而且在層次組成上，發育的节奏上，景相更替上和生活条件变化时景相更替的速度上都引起了很大的差異。可見，外貌不同乃是植被整个結構显著差異的反映。

这种在外貌上的差異在作为成土母質的岩石的化学和物理屬性显著不同的情况下也能看到。如果分析上述的例子，那就容易發覺，上述的植物羣外貌上的不同的情景反映出了屬性显著不同的岩層的更替，如大理石化塊狀石灰岩和細片狀疏松片岩，石灰岩和含鹽的頁岩，含石膏頁岩和砂，碳酸鹽粘壤土和泥炭等。

由此可見，植物羣外貌上的显著的不同性与岩層的物理-化学屬性的显著的不同性有着一定的关系。

由于地質和水文地質条件的影响，因而引起了上述植被的差異，这对地質制圖时应用地植物学有着很大的实际意义，首先因为这些差異不只是地植物学專家容易發現，而且就是只有最一般植物羣概念的地質学家也容易認識。正因为如此，所以地質学家应用地植物標誌的大部分例子属于这种情况，即在不同岩層上对照生物形态占优势的不同植物羣的类型（例如闊叶林和針叶林——在上面分析过的地植物学法創始人奧索斯科夫的著作中，針叶林和森林草地——在切涅尔的著作中等）。

### 植物种屬的差異

在地質学和水文地質学中利用地植物法的学者，常常会遇到这种

情况，即在某些岩層上發育的系列植物羣落在外貌上沒有显著的差異。如果草率地表面地进行观察，則其中的差異是發覺不了的。只有詳細研究种的組成，才能發覺在調查的岩層上的植物羣并不是一样的东西，而是有着能作指示標誌的一定的特征。要闡明这样的差異，首先要进行植物种屬的研究。我們將这种差異併为植物种屬差異类型。同时我們要指出，在前节中描述的在外貌上有显著不同的情况和植物羣种的組成的差異也是相联系的，在一定意义上这也是种屬的差異。不过，由于某种生物形态占优势产生的羣落外貌的不同在这里占了首要的地位，因此用不着再去詳細研究羣落的种屬的組成。正因为如此，似乎可以將外貌差異和狭义的植物种屬差異区分开来。

植物种屬的差異，在下列情况下表现得最为明显：当比較發育在不同岩石上的外貌多少相似的植物羣落的种屬表时，只發現有少数共同种，亦即种屬的共同很小。而且常常在兩種岩層上發現的植物种，在一种岩層上，它的多度相当大，出現率也高，而在另一种岩層上，多度小，出現率低。

在第二章中，评价在不同岩層上的羣落的种屬共同性时，曾經举过許多例子（見上述科罗特基、斯米尔諾娃、科尔恰京等著作的結果）。不过所有分析过的例子都是从許多研究結果中抽出的，而这些研究并没有將确定植物种和羣落与地質条件的关系作为它的目的。所以常常可以發現这种情况，即对不同岩層上植被的种屬組成描述的精确程度并不相同，因而描述的結果也不是經常能互相比較。因此，直接利用植物种屬差異来作地質圖似乎是恰当的。

在西哈薩克斯坦，根据地植物資料划分白堊紀的兩種砂岩系，就是对羣落的种屬作十分詳細的分析来解决划分不同沉积的問題。根据經常的標誌来划分这样岩層是十分困难的，因为这些砂的岩性非常相似。尤其是在广大的分水嶺草原的範圍內，那里的砂層为土被和植物羣所掩盖，因此要区分上述的砂層，地質学者会感到特別困难。可見应用地植物法来协助地質学家是恰当的。

根据地植物学標誌是能划分这些沉积層的，因为它们們的成因并不相同。一种砂是陆相沉积，而另一种砂为海相沉积。后者可能还應該



保留有某些海鹽綜合體的殘余，因而這裡生長的植物種應該不同於陸相上阿爾布層。這種假定由分析已經証實：根據水提取液的分析，海相砂的  $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  含量超過陸相砂的同離子濃度的4—6倍；在后者中它們的數量微小，每100克岩層中經常不超過10毫克。不過也必須提出，在這一和另一砂上有一定數量的植物種是相同的，因為在這兩種情況下，事實上都是砂，亦即它們都是許多物理性質相似的基質。

因此，當比較上述兩種砂層的植被時，期望它們在外貌上有顯著的不同是困難的。事實上，在作路綫觀察時，首先要發現植物羣的差異就很困難，所以我們和E.A.沃斯托科娃、M.C.卡西雅諾娃共同着手對砂上的羣落作了詳細的種屬研究。

為了確定植物羣的組成和結構的特徵，我們對試驗地段進行了研究。首先由地質學家根據地質標誌確定這些地段砂的類型，這樣，這些地段就可看作是這一種或另一種砂的植被的標準。在這些地段上，我們劃分為許多小區，每個小區的面積是16平方公尺（陸相砂上9個地段分為65小區，海相砂上6個地段分為70個小區）。所有這些小區根據德魯捷的標準編出多度等級和物候期與生活強度表；並繪出這些小區植物羣的垂直投影圖。

將各個小區的調查表加以綜合，編成兩種不同砂的植物種屬一覽表，如果予以比較，就會發現在這一或另一種砂上記載下來共有53植物種，其中只有14種是共同有的，而另外39種只發現在某一類型的砂上。其共同系數等於26.4%。

可見，利用共同系數和差異性的方法來分析植物種屬，證明在白堊紀的海相砂和陸相砂的植被間存在着很大的種的差異。不過這種利用共同系數的方法還有缺點，即它還不能反映出植被的真實外貌的差異，因為在計算共同系數時，絲毫沒有考慮到種的多度及其在形成植物羣外貌中的作用。所以，為了對上述計算進行補充，我們認為最好是作下列分析：根據每一種砂上植物種的出現率和多度等級來區分這一或另一岩層上共有的植物種是怎樣分配的。為此，可作下列計算：對兩種砂共有的每一植物種而言，首先算出在某類型砂上劃分的小區中有多少小區發現有該種植物（總出現率），其次算出發現它這一或

另一多度等級有多少小区（發現有这种植物的小区）。其結果列入表 4 中。从表中列举的資料可以明显的看出，甚至对不同成因的砂共有的植物种而言，都表现出各个植物与一定岩層有着某种的关系。例如白木蒿（灰蒿）(*Artemisia terrae albae*)表现得就很明显，它在海相砂上多度最大（这里占小区总数的92%者加以“丰盛”标示）。

表 4

海 相 砂					种	陆 相 砂				
多度等級不同的 出現率(%)				意 出現 率 %		总 出現 率 %	多度等級不同的 出現率(%)			
孤独	稀少	分散	丰盛				丰盛	分散	稀少	孤独
—	39	22	39	59	針茅( <i>Stipa capillata</i> )	50	8	36	48	8
8	36	26	30	95	西伯利亞冰草( <i>Agropyrum sibiricum</i> )	98	69	17	13	—
—	20	21	59	91	溝叶羊茅( <i>Festuca sulcata</i> )	82	51	26	23	—
—	—	8	92	50	白木蒿( <i>Artemisia terrae albae</i> )	6	33	33	34	—
—	100	—	—	4	沙蒿( <i>Artemisia arenaria</i> )	52	42	33	20	—
5	33	31	31	68	毛白蒿( <i>Artemisia incana</i> )	60	18	40	42	—
3	45	25	27	91	伏地膚( <i>Kochia prostrata</i> )	40	10	5	70	15
12	48	28	12	44	蒼叶猷菊( <i>Pyrethrum achilleifolium</i> )	4	50	—	50	—

我們也对同一种类型砂各个試驗地段的植物种屬表进行了比較。为此，在陆相砂上，算出了地段№ 1 地段№ 2 和 地段№ 3（这里划为10个小区），地段№ 4 和№ 5，№ 5 和№ 6，№ 6 和№ 7（这里划为5个小区）之間的共同系数。所有这些地段虽然在植物社会方面彼此有些区别，但是有同一植物社会类型（亦即有杂草参与的西伯利亞冰草-白蒿-針茅社会）在陆相砂上占优势。計算結果列入表 5 中。

海相砂上地段可能属于两个植物社会类型；其中一个(№ 1 和№ 3 地段)以蒿屬-禾本科社会(白蒿和灰蒿，溝叶羊茅，西伯利亞冰草)为代表，而另一类型（属于 № 2, № 4, № 5 地段）为蒿屬-禾本科和草原錦雞兒(*Caragana frutex*)社会。我們將求得的每一植物社会类型的



表 5

比較地段	共同系数%
№ 1 和 № 2	67.7
№ 1 和 № 3	50.0
№ 4 和 № 5	61.5
№ 5 和 № 6	62.4
№ 6 和 № 7	75.0

平均共同系数为 63.4

表 6

比較地段	共同系数 %
№ 1 和 № 3	56.2
№ 2 和 № 4	76.9
№ 4 和 № 5	51.5

平均共同系数为 61.5

地段之間共同系数列入表 6 中。

现在可以对由同一类型的砂和不同类型的砂的植物羣中求得的共同系数进行对比。陆相砂植物羣落的共同系数为 63.4%，海相砂植物羣落的共同系数为 61.5%，而在这二种砂上的植物羣落的共同系数为 26.4%。

从上面的对比可以表明，發育在不同的砂上的植物羣落在种屬組成上相互是不同的，而它們的差異比在同一类型砂的范围內的各个地段發育的植物羣落的差異大到 2—2.5 倍。

由各种砂的植物种屬一覽表的比較可以明显地看出，陆相砂的植被在种的方面相当丰富，而且包含有大量杂草成分；在海相砂上則植被种屬極為貧乏。陆相砂的杂草典型代表有下列植物种：麦瓶草屬一种 (*Silene wolgensis*)，鴉葱屬一种 (*Scorzonera ensifolia*)，蘭艾芥草 (*Jurinea cyanoides*)，著屬一种 (*Achillea Gerberi*)，矢車菊屬一种 (*Centaurea adpressa*)，大戟屬各种和沙蒿 (*Artemisia arenaria*)。禾本科中極有代表性的有約翰茅草 (*Stipa Joannis*)。

海相砂的代表种，如白木蒿 (*Artemisia terrae albae*)，阿列帕里雅 (*Arenaria Koriniana*) (鵝不食屬一种)，伏地膚 (*Kochia prostrata*)，著叶燄菊，(*Pyrethrum achilleifolium*)，禾本科分佈很广。

当观察植物羣的分層現象时，陆相砂和海相砂的植物种屬的差異特別明显，E. A. 沃斯托科娃利用她描繪的植物羣的垂直投影来表現



圖 2. 陆相砂上的禾本科-杂草草原 (根据 E. A. 沃斯托科娃)  
 1—溝叶羊茅; 2—沙蒿; 3—西伯利亞冰草; 4—沙漠庭薺; 5—矢車菊屬之 *Centaurea adpressa*; 6—謝究尔大戟; 7—鵝蔥屬之 *Scorzonera ensifolia*; 8—約翰茅草

这种分層現象 (圖 2—4)。在这些圖上, 可以明显看出, 在陆相砂上, 草層具有相当复杂的分層現象 (达五層), 并且以有特殊外貌的高草層为其特点, 主要由矢車屬一种 (*Centaurea adpressa*) 所組成。在海相砂上, 分層現象極簡單, 如果不計算土壤上的地衣層的話, 它的植物羣往往是一層。

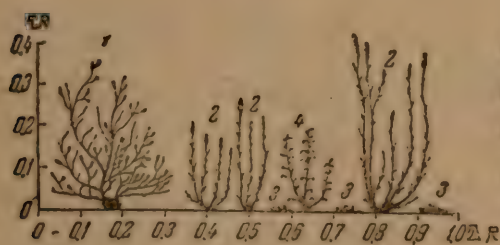


圖 3. 海相砂上蒿-伏若羣落 (根据 E. A. 沃斯托科娃)  
 1—伏若; 2—伏地膚; 3—梅衣屬之 *Parmelia vagans*; 4—白木蒿

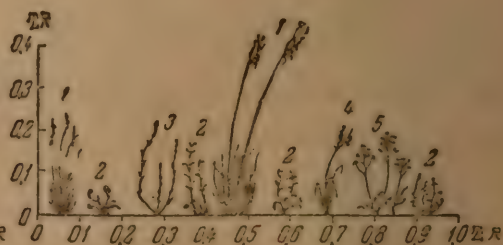


圖 4. 海相砂上蕭条的禾本科-蒿屬草原 (根据 E. A. 沃斯托科娃)  
 1—針茅; 2—白木蒿; 3—伏地膚; 4—球花薺系; 5—蒼叶焰菊



上述各种砂的植物种屬的差異和由它們引起的植被形态分化（分層現象）的特征經過許多地段檢驗后証明，它們是辨別这两种砂層的可靠的標誌，並且在地質檢查的實踐中已經广泛应用它們来确定海相沉积和陆相沉积的界綫。

由上面的例子的分析可以看出，甚至当羣落外貌差異不大时也可以用一些方法揭露它們种屬的差異。上述这样的差異是分佈很廣泛的，而且在地指示植物調查时常被利用。

例如在北烏斯秋尔特平原調查时，那里几乎沒有天然的露头，要区分不同岩層差異的界綫常常碰到相当大的困难，但是分析了外貌十分相似并包括大量灰蒿的植物羣落的种屬以后，就可以确定各个植物社会的类型与岩石的密切关系。經常有大量灰蒿参加的灌木旋花(*Convolvulus fruticosus*) 社会类型發育在薩尔馬特（上中新統下部）石灰岩的露头上，而且岩石裸露面积愈广，則旋花愈多。在高原較南部分，这羣落的部分成分为帕拉薩鼠李(*Rhamnus Pallasii*)，而更南地区則为加普洛菲盧姆(*Haplophyllum diversifolium*)（芸香亞屬——譯者）。

由大量羣落組成的灰蒿-無叶蜆藜的植物羣社生長在砂壤土和粘壤土層上，这些土層在高原上分佈相当广，在这些羣落中包括有占优势的灰蒿，沙角果(*Ceratocarpus arenarius*)，土盖-奧托(*Salsola brachiata*)，無叶蜆藜(*Anabasis aphylla*)，东方冰草(*Agropyrum orientale*)和吉尔根佐尼雅(*Girgensohnia oppositiflora*)（对叶鹽蓬屬——譯者）。在И. П. 格拉西莫夫(1925)早期一本著作中可以發現，他首先指出有这些土層存在。根据我們和E. A. 沃斯托科娃, M. C. 卡塞雅諾娃于1948年进行的观察，这土層很薄（不超过4—5公尺），但其中氯化物含量很大，碳酸鹽含量很小，它和薩尔馬特石灰岩有明显的分界，因而沒有理由將它看作是石灰岩的殘积物。

第三种植物羣落类型-灰蒿、优若(*Eurotia ceratoides*)和西伯利亞冰草(*Agropyrum sibiricum*) 社会类型-發育在屬於中薩尔馬特砂的不厚的露头上。在这种社会类型中，除了在較固定砂上分佈最广的灰蒿-西伯利亞冰草-优若羣落外，还包括砂移动較大的地段(基迪克特

高原和伊捷斯丘陵的优若-西伯利亚冰草-阿蒙木属 (*Ammodendron Eichwaldii*) 社会和移动的不大砂块 (庫姆尕砂) 上的优若-西伯利亚冰草和阿蒙木社会。

这三种植物羣落类型的种属組成有着很大的差異。不过由于大部分灰蒿羣落分佈相当广泛, 因而只是个别边缘由于羣落 (例如移动砂的植物) 生长地的条件, 外貌才有很大的不同。要阐明其余羣落的差異, 必須充分研究它們种的組成。同时这些社会类型的指示作用是相当大的, 特别是在繪制砂壤土-粘壤土層和中薩尔馬特砂的圖时, 其意义更大。

由上面例子的分析, 我們可以作出下列結論: 甚至在外貌沒有显著不同的情况下, 植物种属的差異也是地指示植物調查的重要标志, 这种方法已經广泛应用。

### 各个植物种和种內变型与地質条件的关系的差異

在前节中, 我們分析了各种砂上植被的差異, 这可作为下列情况的范例: 由于两种相当接近, 甚至很难区分的岩石的某些化学的特征的不同, 因而使生长在这些岩石上的大量植物种也不一样。一些植物种和一定岩層有密切的关系。另一些植物种常常生长在这种岩層上, 偶而也生长在另一种岩層上, 最后, 植物种的某些部分在这一或另一岩層上大約相同, 並且多度等級一样。不过, 在下列情况下, 尚有另一种种属的差異存在, 即在某种岩層上只有唯一和一定岩層有密切关系的植物种可以利用作为指标时。

某植物种与岩層有这样密切的关系, 往往是由于該植物种需要土壤中有某种化学元素作为它發育的条件之一。在植物地理学和植物生态学中有許多这样現象的例子。首先應該列举大家知道的事实, 即所謂“異極矿”种 (“галмейный” вид) 与含鋅的基質的关系。属于此种有薩拉米納里阿堇菜 (*Viola calaminaria*) 和蒜薹 (*Thlaspi arvense* var. *calaminaria*)。在含銅基質上生长的关于这方面的植物主要为苔蘚。例如布勞-布蘭克 (Браун-Бланкэ) 援引关于 *Gymnocolea acutiloba* 和 *Cephalogiella* 屬各种的杜埃納 (Дуэна) 的資料 (夫朗-夫蘭用特 Braun-Bl-



anquet, 1928)。在苔蘚之中，大家都知道喜銅植物種有 *Miclichoferia* 屬，例如 *M. nitida* (莫爾頓 Morton 和干斯 Gams, 1925)。

列若利(Le Jolis, 1861)援引過維耶依阿爾(Vieillard)的資料，在新喀利多尼亞，在含鐵豐富的紅土上，存在着特有的植物種：*Dammaria ovata*，喀利多尼亞淚杉(*Dacrydium Caledonicum*)和 *Eutassa intermedia*。也有這樣的資料，認為某些種是含錳基質的植物。布爾曼(Burmman, 1911)將毛地黃(*Digitalis purpurea*)包括在這種植物之列，弗爾赫加麥爾(見維爾納德斯基的著作，1934)將大葉藻(*Zostera marina*)和紅藻(*Fucus vesiculosus*)列入“喜錳植物種屬”，戈魯普-別查涅茨(Gorup-Besanez, 1856)將四角菱(*Trapa natans*)也列入其內，根據他的觀察，在巴瓦里，四角菱只生長在每升含  $Mn_2O_4$  0.1 毫克的水中。這些觀察也曾為 Г. И. 湯菲里耶夫所証實。不過在 Е. Е. 烏斯賓斯基(1916)的專門論文中援引 К. 羅馬什科研究的結果，証明水中含錳不是四角菱(*Trapa natans*)發育的必要的條件。實驗証明，上述植物種(大葉藻和紅藻)和錳的高度濃度有必然的關係顯然是不可能的；在各種情況下，Д. П. 馬柳加(1947)引証過這些著作，並沒有談到弗爾赫加麥爾的資料已被誰証實了這一點。

由此可見，除了上述布爾曼關於毛地黃(*Digitalis purpurea*)的觀察以外，其餘作為錳的標誌的植物的資料引起了一些懷疑。不過應當指出，維爾納德斯基(1934)提到薩赫拉什維爾工程師的觀察，他在錳礦區發現有極特殊的植物種屬(由後者的著作中，我們不能了解他指的植物種屬)。

研究植物和礬的關係的著作已有一部分。關於這方面的資料是在懷俄明、北達科塔和南達科塔州範圍內進行調查時獲得的，那里礬分佈在白堊紀沉積層中，主要在所謂里爾層(*Pierre*)中(奧爾松與莫倉，1939)，根據其他學者的意見，礬發現在白堊紀沉積的各層中。礬的礦化物不能為植物所吸收，最初一些人認為，礬不能被植物所吸收的原因是由于有硫化物存在(赫爾德-卡勒 Hurd-Karrer, 1933; 弗蘭克與潘特爾 1937; 布歐爾斯, 1935)。最後研究証明，硫的存在在這方面並沒有甚麼意義(奧爾松和莫倉，1939)植物僅在礬為有機化合物狀態

时才吸收它。但现在这种意見已經被否定了。只有少数植物——*Oonopsis*, *Stan'ejia* 和黃蓍屬(*Astragalus*)的某些种才能使硒轉化为这种形式。这些种在文献中命名为“轉化者”(Converters—превращающие) (巴茨 Beath, 1936)。

上述植物种——“轉化者”的分佈显然可以作为硒分佈的某些間接标志。任何植物都可以吸收含在有机化合物中的硒，而这些含硒的植物对牲畜是有害的。牲畜中毒事件的地理分佈对地指示植物的調查也有一定的意义。

由于某种元素含量过多或缺乏而引起植物病害的农业化学的研究，对我们鑽研的問題具有某些間接的意义。例如，大家知道，在夏威夷羣島上，含錳岩層上形成的土壤，由于含錳过多，引起了鳳梨的失綠病；含硼的水淹沒了栽有柑橘的农場而引起树叶突然和迅速脫落 (普亞尼什尼科夫, 1940)。研究在某些元素含量过多的基質上植物的这些特殊反应可以作为地質調查时，特别是在栽培作物植物羣分佈区域进行調查时的标志。由于植物缺乏必需的元素引起的病害也可能有間接的意义，例如由于土壤中缺乏銅的化合物时發生“白”病 (белая чума) 或者“耕种病”(болезнь обработки) (澤紐克, 1937)。

某一植物种不和含某种元素的基質，而是和某种岩層有关的現象在自然界是分佈相当广的。根据引起这种植物种与地質条件的狹隘的关系的原因，可以將这种关系分为兩类：和形态形成过程相联系的植物与地質条件的关系和引起种的竞争或种的殘遺性的植物与地質条件的关系。每一类简要地叙述如下：

在文献中有許多关于个别植物种与某种岩層密切相关的例子。許多观察也發現：在不同岩層綜合体上存在着相近的植物类型或相近的植物种，它們之間沒有明显的界限。

对于各种各样的植物类羣來說，植物种和岩層密切相关的例子是很多的。以木本植物种而言，可以指出米恩赫和季特里赫(見科佐-勃梁斯基, 1931) 关于栲屬的特有小种和白堊相关的資料。在前面談过的 П. А. 奥索斯科夫的著作中，也有关于这方面的資料，如在伏尔加流域的砂礫土上，生長着树干細小矮生型的心櫟，而在砂質蛋白石上



則生長着樹干粗而彎曲的矮小型的松樹。Ф. П. 西蒙(1910)曾經報導：在奧布希塞爾特丘陵地的泥質頁岩上，某些木本植物種形成灌木形態，而且根系也發生很大變化，主根消失并為纖維狀結構的根所更替。

現舉出黃連木屬有關這方面的資料。研究這種植物的絕大多數著者指出它是碳酸鹽沉積層的植物；不過，在某些植物學的記錄中，將黃連木也算作為第三紀紅色石膏層的植物。在黃連木生態的資料中有這種互相抵觸的地方B. Г. 斯彼

蘭斯基(1936)曾經解釋過，他指出，典型的喬木型的黃連木實際上只生長在石灰質豐富的岩層上，而在中生代石膏層和含鹽的沉積層上則生長灌木型的黃連木。以後，A. B. 西多林科和 O. A. 米赫爾松(1948)在巴德赫茲進行研究時也証實了這種情況，我們在費爾干納東南部也看到了這樣的現象。在奇利-烏斯通和奇利-馬依蘭的古生代石灰岩地塊上，發育着由典型喬木型構成的密茂的黃連木小林；自此稍東，沿着



圖 5 石膏岩層上小灌木型的黃連木  
(B. 瓦謝爾別爾格攝)

卡拉-庫爾德日河下游，在白堊紀的紅色岩層和礫岩上，黃連木為矮小、細干、粗糙的、高度不超過0.4—0.7公尺的灌木，並且樹葉比較小（圖5）。

就南高加索而言，П. Д. 雅羅申科(1939a)指出，典型的西班牙櫟(*Quercus iberica*)生長在石灰岩上形成的碳酸鹽的粗骨土上。在安山岩上的紅壤上分佈着同種的特有類型(可惜，作者沒有詳細地描述)，形成所謂的“紅壤櫟林”(дубняк красноземов)。

在 E. П. 科罗文(1923)的著作中,曾指出了在努拉套山脉有刺扁桃(*Amygdalus spinosissima*)的变态和岩石条件的依存关系:分佈在馬奇巴什的石灰岩丘陵上的有刺扁桃,为發育正常的鬱茂的类型,在附近法集尔套的頁岩山上,有刺扁桃则为矮小而畸形的类型。这些观察有着特別的意义,因为在这里的相距不远的距离內,所有各个类型均不相同,而且各有其特点。

关于灌木和草本植物的形态形成过程和岩層条件的关系的文献資料是相当多的。就碳酸鹽岩層,首先就白堊而言,植物与岩石的較小的关系这方面的資料在我国植物学的文献中談得就很多。其中曾系統地分出了大量只生長在白堊上的植物种和种內变型。在这方面,广泛流行以“白堊”术语作为种的命名(应该指出許多有这种名称的变型不單是生長在白堊上)。在許多科之中均分出了白堊种和变型。在“苏联欧洲部分的植物圖”(1950)的說明書中可以找到烏克蘭的白堊代表植物表,南伏尔加和哈薩克斯坦的白堊植物在Л.А.斯米尔諾夫(1934)的著作,М.М.伊林和Р.Ю.罗热維茨(1928)的概述及О.Э.克諾尔林格(1928)的概述中已經描述。在本著作的範圍內似乎沒有必要引用这些表。

不过应当指出,除了很早已經知道的、和白堊有明显关系的植物种以外,还有大量小的变型和种,它們是在不生長在白堊基質上的植物种侵入白堊时产生的。目前已經分出了大量这样的变型(其中有些已列入种的等級的系統中),并且还不断在划分。这里可以列举的,例如白堊百里香(*Thymus cretaceus*)和杜布平斯基百里香(*Thymus Dubjanskii*) [第一种是頓河上游和中游的白堊的代表,第二种是南伏尔加河的白堊的代表(克洛科夫和捷夏托娃-紹斯欽科 1927, 1932)],藍草屬一种(*Cephalaria uralsensis* var. *saxatilis*) (波布罗夫, 1932), 芡苔草屬各种(*J. kirghizorum*, *J. cretacea*, *J. Litwinovii*) (雅伊舍夫斯基, 1905) 和 А. И. 馬尔采夫(1924)分出了还没有系統加以描述、具有密粉質被的 *Atriplex patula* 特殊的白堊变型。

在專門研究碳酸鹽岩層上形态形成現象的少数著作中,有一本是 И. И. 斯普雷京(1934)的著作。他曾研究南伏尔加河的韃靼組的杂色



泥灰岩和頁岩的植物种屬的某些特征，并确定某些植物种如百里香屬之 *Thymus baschkiriensis*, 岩黃耆屬之 *Hedysarum Razoumouianum* 和韃靼組岩層有密切的关系。作者認為有一些植物种〔落草屬一种 (*Koeleria sclerophylla*), 苔屬一种 (*Carex rhizina*, var. *abbreviata*), 黃耆屬兩種 (*Astragalus Helmi*, *A. rupifragus*), 棘豆屬三種 (*Oxytropis floribunda*, *O. Songorica*, *O. caudata*)〕和杂色泥灰岩有关, 不过还没有得到充分証明。总之, 应当指出, 由于 M. B. 克洛科夫, H. A. 捷夏托娃-紹斯欽科和 И. И. 斯普雷京的工作, 在百里香屬的範圍內已分出了許多小种, 它們与岩石有着極密切的关系, 並且在它們生成上和一定岩層也有联系。这种联系 (根据上述作者的著作) 可簡述于下:

种	岩石綜合体
<i>Thymus graniticus</i>	} 花崗岩和片麻岩
<i>Thymus pseudograniticus</i>	
<i>Thymus cretaceus</i>	} 白堊
<i>Thymus Dubjanskyi</i>	
<i>Thymus carnosus</i>	} 石灰岩和白云石
<i>Thymus calcareus</i>	
<i>Thymus Zheguliensis</i>	
<i>Thymus baschkiriensis</i>	韃靼組的杂色泥灰岩和頁岩

这样詳細的区分, 一方面表示出了上列植物种發生的条件, 另一方面也指出了它們对地指示植物調查的意义, 这是苏联植物种屬学家的很大功績, 因为, 例如在朗尼格尔 (Ronniger, 1932) 的專門論文中, 曾將白堊百里香 (*Th. cretaceus*), 杜布于斯基百里香 (*Th. Dubjanskyi*) 和 *Th. calcareus* 看作为 *Th. variflorus* 的混合种的变型, 这样就妨碍了对它們生态的了解。將混合种和上面一样区分为和岩石相关的更小單位, 以瓶麦草屬之 *Silene Olites* 而言, 可以分为砂岩小花瓶麦草 (*S. parviflora*) 和石灰岩赫尔曼尼瓶麦草 (*S. Hellmanni*) (苏卡契夫, 1927)。

C. Ю. 利普什茨在日古利山的白云岩和石灰岩上曾分出澳洲鴉葱 (*Scorzonera austriaca*) 的特有变型 (見斯普雷京, 1934)。上面談过在普蘭尚 (planchon, 1854a 和 6) 和阿林斯 (1946) 的著作中, 曾确定

某些种和白云岩有着密切的区域关系。

В.П.諾格捷夫(1932)根据碳酸鈣丰富的基質上經常存在的某些植物种的事实，企圖利用这些植物种作为中俄罗斯土壤中石灰含量的標誌，作者几乎沒有提到成土母質中石灰含量的問題，並且整个著作是为了农業的目的。在諾格捷夫的著作中，列举許多作为土壤石灰質指标的植物种一覽表(共71种)。該表对应用地植物法的地質学家和为了地質学目的而进行調查的地植物学家均有很大的意义。

Д. А. 格罗斯盖因(1924)指出，在黑麦屬(*Secale*)中有一种黑麦(*Secale dalmaticum*)的硬叶絨毛狀的类型存在在石灰岩上；而他又談到在阿拉克斯河河谷中的阿拉尔克斯克砂上有一新种——瓦維洛維黑麦(*Secale Vavilovi*)存在，它和火山形成的砂有密切的关系。在南高加索一般噴出岩显然和碳酸鹽岩層一样是强烈的形态形成的源地。Е.С.卡查良(1939)的研究已經証实，根据他在格加姆(阿格馬干)山脈和卡拉达格山脈的安山-玄武岩地塊上观察收集的資料，分出了巢菜屬(*Vicia*)和豌豆屬(*Pisum*)的新种。

在Д. П. 塞列依科夫(1931)的著作中可以找到，他曾指出在中俄罗斯存在着和不同沉积層有关的小的变型。例如，他把狼把草(*Bidens tripartida*)分为生長在不同基質的副型：一种生長在淤泥質和粘土質的底土上，以莖整齐，枝長而易弯为其特征，另一种只發現在砂和砂岩淺灘上；这些变型較矮小，并有粗而高聳的莖和粗的枝，往往伸出几成直角。

在Н. В. 巴甫洛夫(1928, 1935, 1938)的“中央哈薩克斯坦的植物种屬”三卷集中，所作的生态的論述包括了关于各个植物种和变型与地質条件的关系的丰富資料。按照这些論述編制的哈薩克斯坦的植物种屬鑑別表，可以得出中央哈薩克斯坦的某种岩屬的典型种和种內变型的十分正确的概念。

С.Ю. 利普什茨和И.М. 克拉舍宁尼科夫(1934)曾提过由石灰岩組成的苏尔坦威斯-达格、布康套山脈等殘山有鴉葱屬(*S. Bangei*和*S. Fischeriana*)的特有变型，它們的發生显然和沙漠中的孤立的結晶地塊有联系。或許，更詳細研究这些种分佈条件，会揭露它們和某种岩



層的关系达到怎样的程度。在中亞細亞山地部分，也能看到植物种与岩石的具有一定关系的现象。例如雀兒豆屬 (*Chesneia*) 有兩個接近的种——*Ch. ternata* 和最近 A. A. 菲多罗夫(1948)描述的 *Ch. quinata* 种可作为例子，第一种生長在費尔干納的不含碳酸鹽的頁岩和砂岩上，第二种只生長在石灰岩上。

基質影响形态形成的某些資料不只是在涉及植物和岩層的关系的著作中可以看到，而且在涉及个别植物种和生物沉积（例如泥炭）的特征的关系的著作中也可以看到。在这方面，E.M. 布拉季斯(1939)对苔屬(泥濘地苔 *Carex limosa*)变型的观察是有意义的。当泥炭为中性或鹼性反应时，泥濘地苔为矮生型（作小鬚刷狀）。而在酸性泥炭上则为發育茂盛的变型。这由表 7 可以說明，該表引自布拉季斯的著作。

表 7

泥濘地苔莖的高度(公分)	一棵植株的重量(克)	泥炭水的 pH 值	矿物鹽总含量% (干物質)
19	0.02	7.16	17.41
29	0.08	3.97	2.49
29	0.09	5.15	2.90
32	0.13	5.92	4.03
35	0.12	5.74	5.83

由上述的資料可以明显地看到，以植株小、重量輕为特征的小的变型与中性及矿物質丰富的泥炭可能有着一定的关系。不过，上述的泥濘地苔的变型在分类上的意义直到现在还不清楚。可能它的可塑性非常大，以致沒有作为分类單位的价值。虽然如此，可是当泥濘地苔在沼澤上广泛分佈的情况下，它的不同变种的更替可能有指示作用，不只是可以評价泥炭本身的屬性，而且可以作为矿物質底土接近地表程度的間接标誌。E. M. 布拉季斯(1939)也認為泥濘地苔 (*C. limosa*) 可以作为生長地的化学性質的指标；他在这方面从另外的在不同条件下沒有这样显著不同的变型的苔屬中分出了这种泥濘地苔。

在形态上产生和某种岩層有关的不同类型的现象不只是在乔木、灌木和草本植物中有，而且在苔蘚和地衣中也有。以 *Southbya* 屬的 *Southbya stillicidiorum* 而言，K. H. 拉迪任斯卡雅(1948)曾援引典型 *Southbya Stillicidiorum* 和石灰岩的关系的资料。在該种的範圍內，大型的变种 (*Var. major*) 和典型种的區別在于前者以莖的体积大和有稠密稍凸起的角質層为特征，它只生長在砂岩上，拉迪任斯卡雅認為在生長地中这些差異是固定不变的，可以把它們作为决定这些变型的来源的標誌。

在国外，有很多关于个别种和某种岩層的关系的文献，在这个問題上曾引起支持植物分佈的化学說的学者和物理学說的拥护者之間的爭辯，这在上面已經談过了。这场爭辯的典型对象是某些經常生長在碳酸鹽岩層上的植物种和不生長在这些岩層上的植物种。

从現代土壤学观点出發，特別是在 B. P. 威廉士(1936)論文集中典型地描述風化过程以后，上述兩派都是極片面的。不过應該指出，在由于上述爭辯而發表的著作中，包含有許多喜石灰和嫌石灰的植物种表。这样植物种表可以在下列著作中找到：烏格尔(*Unger*, 1836)，圖尔曼(*Thurmann*, 1849)，什列捷尔(*Schroster*, 1908)的著作，华耳捷尔(华耳捷尔和阿列欣 1936)較晚的著作及以卡揚捷尔(*Cajander*, 1909；該著作概要見于拉博特諾夫的著作中，1933)的著作。格列別(*Grebe*, 1911)曾对中德植物种屬中的喜鈣和嫌鈣苔蘚作过描述。这位作者認為苔蘚是底土碳酸鹽含量的良好標誌，并且作出了一定喜鈣的和嫌鈣的植物种表。上列这些著作，虽然它們的理論部分在許多方面已經非常陈旧，但仍是地指示植物調查的重要参考資料。

我們在中亞細亞各个部分进行調查时，曾对在不同岩層上分佈相似但在形态上有十分明显的特点的变型进行了十分粗略的觀察。

假木賊变型是这些觀察的对象之一。假木賊特别是当它結合在叉明蠅藜(*Ancbasis sa'sa*)的混合种中时，它的多型性(полиморфизм)是众所周知的。不过直到现在还没有探明它們和不同基質的密切关系。只有在 O. Э. 克諾尔林格(1928)的著作中曾大略指出在某些土壤上假木賊形成的特有的变型。在西哈薩克斯坦我們考察的部分，矮小假木賊



(*A. depressa*)分佈最廣，Н. В. 巴甫洛夫(1935)把它看作叉明蠟藜(*A. Salsa*)生長受過抑制的變型。這裡，矮小假木賊覆蓋著廣大的面積，散佈在各種各樣的岩層——各時期的含石膏頁岩，泥灰岩和白堊沖積裙(шлейф)上。在這些岩層上，它的變型在外貌上是很不同的，而且有時好像是不同的種。但是當鑑別標本時，所有收集的資料均為矮小假木賊(*A. depressa*)。

矮小假木賊的草墩狀變型是最普遍的。植物是緊貼地面的細小灌木型，構成高達25—30公分的緊實草墩；它的小枝幾成水平，只有尖端向上掀起，具有少數節片和花莖腋（大部不多於三個）的週年小枝，很細而硬，為不鮮艷的暗綠色。到秋天，草墩呈現鮮明的紅褐色（圖6）。

假木賊這種變型生長在含石膏最多和鹽漬化最深的頁岩（黑色下白堊和綠色舊第三紀頁岩）上。在這些頁岩中鹽份的含量，特別是硫酸鹽的含量很多；它由下列幾種水提取液分析的結果可以說明：

Cl'		SO <sub>4</sub> ''	
最	大	最	小
1.02%	0.21%	1.95%	0.22%

假木賊草墩是含石膏頁岩的最富代表性的景觀。被這種植物羣的類型所佔有的廣大的地區，乃是淒涼而均一的粘土質沙漠區。在這裡，土層發育很微弱，實際上，它是由具有原有性質的頁岩：滿佈石膏結晶的巨大聯聚體(сросток)的粘土質“松陷鹽土”的性質或者是堅硬的龜裂鹽土(такыр)的特殊風化壳形成的，在風化壳之下不深的地方，可發現幾乎沒有變化的頁岩。假木賊根端深入到了這種岩層中。

值得注意的是，在上述草墩中，除了假木賊以外，只發現兩種植物：瓦上松屬一種(*Cotyledon thyrsiflora*)及與假木賊草墩有密切關係的土蓋-奧托(Туграй-ото—*Salsola brachiata* Var. *hirsutissima*)的小的變型。

矮小假木賊另一變型生長在白堊沖積裙以及賽諾(上白堊紀中期)

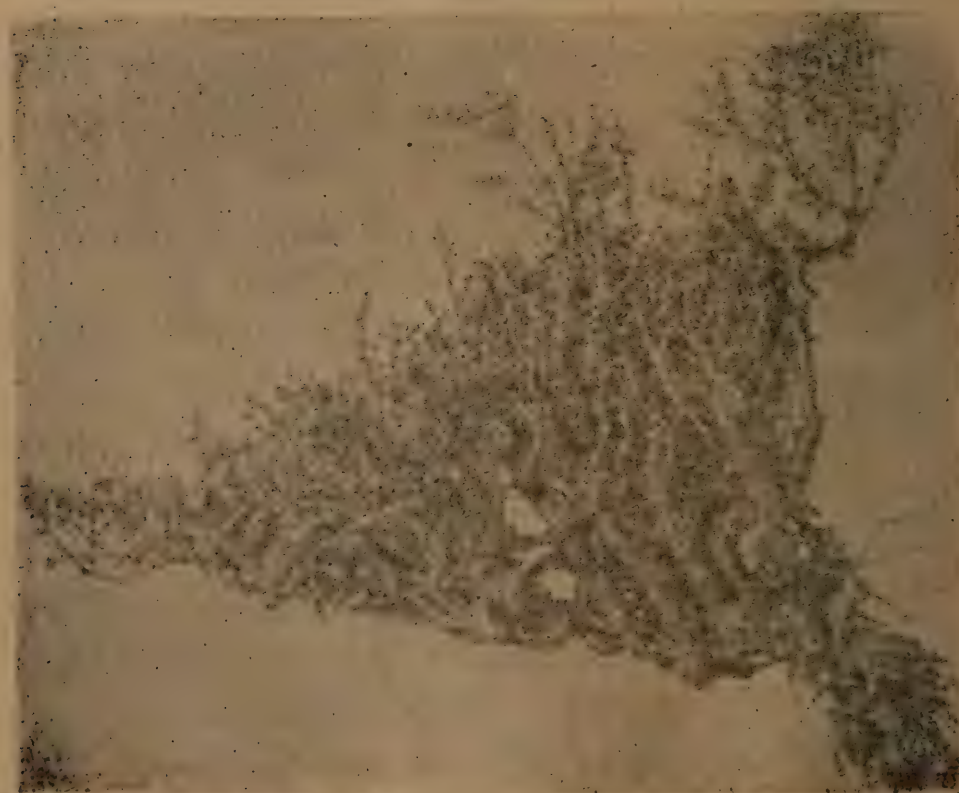


圖 6. 含石膏頁岩上的假木賊(*Anabasis depressa*)的草墩狀變型





圖 7. 在碳酸鹽頁岩上具有直伸小枝的假木賊 (*Anabasis depressa*) 變型

的泥灰岩与泥灰頁岩和下阿尔布含石膏較少的碳酸鹽的頁岩上。这里，假木賊具有直伸小枝的不高的半灌木性質（圖 7）。它不形成草墩，而呈平圓盤狀，或为稍为掀起的灌木林。周年小枝平均有較多几个节片（通常 5 个），它的顏色比較鮮艷，帶有天藍色彩的鮮明的灰藍色。秋天，上述假木賊變型沒有属于草墩變型的那种非常突出的褐紅色，只輕微地变为玫瑰色，变化非常緩慢，而且很不均匀，在一条小枝上，可能看到粉紅色和綠色节片交互更替。我們沒有看到假木賊这种變型出現在未經过風化的露头上。它的生長地經常是和多少已形成的土被联系着的。

假木賊这种變型的灰藍色是它一种最有代表性的標誌。当这种變型大量發育时，它产生特殊景相，这是碳酸鹽基質極好的代表。在上述假木賊變型灌木叢和草墩變型灌木叢和接触的地方，会看到特別显著的对照。这常常在賽諾白堊和旧第三紀頁岩更替的地方可以見到。在这种情况下，草墩的暗綠色和白堊的土壤上的假木賊的帶有天藍



圖 8 綠色含石膏頁岩上的大的分枝的假木賊 (*Anabasis depressa*) 變型



圖 9. 紅色碳酸鹽頁岩上的假木賊 (*Anabasis depressa*) 的矮小貼地的變型

色彩的灰藍色有強烈的分野，它們之間的界綫非常明顯，看起來好像是由某些不同種組成的植物羣落。而且這兩種變型分佈的界綫正很緊密地符合於岩石的外部界綫。在上述兩種變型之間沒有看到任何過渡的中間的變型。

假木賊另一種特有的變型是很大的矮灌木，高達0.5公尺，有粗而高度木質化的枝條，按照它的大小和一



般外貌它可能是無叶蠟藜 (*Anabasis aphylla*), 而按照它的大小和結構, 这个变型又似乎應該屬於 *A. ramosissima*, 不过按照它的节片少、非常矮小和非木質部分一般發育極微弱这些特征而言, 这种类型是属于矮小假木賊 (*A. depressa*)。在景觀中, 它决沒有大量植株構成的灌木叢, 相反, 它散佈在主要为黑蒿-野麦 (*Artemisia pauciflora*—*Elymus lanuginosus*) 羣落的景觀中, 好像是其中突出的个别形像。我們只在坎佩 (白堊紀) 的綠色核狀結構的强烈石膏化的頁岩上發現过这种变型 (圖8)。

最后, 在紅色含石膏和含鉄的化合物的頁岩 (显然, 屬於二疊紀) 上發現有假木賊的極特殊的变型, 可惜只在很少数地段研究过。这里假木賊是平伏的、很小的植株, 好像是緊貼基質的小燒餅 (圖9)。小枝多半只有一个节片, 很少有兩個的。显然, 这里整个植物生長受到很大的抑制, 發育不良, 如果矮小假木賊 (*Anabasis depressa*) 的正常草墩和这些植株相比較, 則前者看起来好像是充分發育的变型。除了上述頁岩以外, 任何地方沒有發現这样矮生变型。

这样, 假木賊变型和某种基質的关系可以簡要地表达为下列圖式:

类	型	岩 石 和 时 期
草墩变型		灰綠色和黑色强烈石膏化頁岩 (亞普第和旧第三紀)
灌木型或平圓盤狀灰藍色变型		含石膏較少和强烈碳酸鹽化頁岩以及白堊和泥灰岩 (阿尔布, 馬斯特里赫特)
肥大的巨型灌木变型生長受到很大抑制的矮生变型		綠色的强烈石膏化的頁岩 (坎佩) 紅色含鉄及含石膏的頁岩 (二疊—三疊紀)

似乎極有可能, 在这些变型發生中, 特別是草墩变型的發生中, 生長假木賊的基質的地温特征起着一定的作用。值得注意, 草墩变型發育在最暗色的岩層——阿普第和旧第三紀的頁岩上, 而灌木型变型發育在顏色最淡的岩層上 (而且在白色白堊冲积裙上發育特別典型)。可能, 具有特有的特殊羣落小气候及內部具有某些不大但較經常的蔭

暗的密实草墩，在容易增温的暗色基質上極易生成。

我們对伏地膚的变型也进行过某些观察。

通常將伏地膚看作为砂土植物。在西哈薩克斯坦調查部分的碱化砂土或砂壤土上，伏地膚确实分佈很广，并且是典型的高的灰絨毛变型。不过在含石膏的頁岩上也有伏地膚，它往往是下阿尔布頁岩層黑蒿-伏地膚羣落中佔优势的种。在这种情况下，它是小型的、匍匐的，紧貼基質的植株（圖 10），它往往呈褐紅色草墩狀，和假木賊草墩



圖 10. 含石膏頁岩上的伏地膚(*Kochia prostrata*)的座墊狀变型



有点类似。伸起的枝条很短，整个植物在整个外貌上好像坎佛罗斯姆 (*Camphorosma monspeliacum*) (樟味藜屬——譯者)。

在漸新統沉积的陆相砂上曾發現有特有的伏地膚的变型存在 (圖 11)，它常常生長在西哈薩克斯坦的平頂山的最高峰。这里，除了这种植物的通常的典型的变型以外，尚有另一种植株，它有許多密集的垂直方向生長的小枝，在小枝之上可看到縮短的花枝，剛剛超过这些小枝，因此整个植物呈巨大紧密的鬃刷狀。由于絨毛發育微弱，这种变型和正常伏地膚植株相比較，它有更加明显的暗綠色。这样的变种沒有广泛的分佈，也沒有發現大量的植株，但是它一定生長在上述的砂土上。上述的砂土是粗粒土，其中混杂有大量鉄質砂岩的碎石。后者在砂土中为一層很厚的夾層，有时構成巉岩式露头；由于含有大量鉄質，砂土呈褐紅色。

在南費尔干納調查时，我們曾在疏散的蒿 (*Artemisia Sublessin-*



圖 11. 鉄質砂土和砂岩上的鬃刷狀的伏地膚变型

*giana*) 叢中觀察到某些特殊的特征。這種植物在我們調查的托赫塔布茲山塊內，沿着古生代石灰岩上形成的粗碎石的粗骨土有廣泛分佈。不過，在塊狀石灰岩的表面有着未為含鐵多的侏羅紀沉積掩復的殘積物的地方，蒿是特殊的變型。後者在分類方面應該列入 *A. Sublessingiana*，但按照大小幾乎超過一倍半，而且它有較寬的葉，沒有小裂片，整個夏季都保持着鮮艷的綠寶石的綠色，晚秋迅速突然轉變為鮮黃色。所以在上述地段的碎石碳酸鹽基質上的一片暗晦的灰色蒿屬的景相中，夏季會出現一種綠色斑點，秋季則有一種鮮黃色斑點出現。

當調查庫利朱克套和蘇爾坦威斯達格山時，我們曾注意發育在頁岩基質上的落葉松葉豬毛菜 (*Salsola laricifolia*) 的變型，它和生長于塊狀岩層上的同種變型不同的地方是整個灌木有某些變形。在頁岩上的落葉松葉豬毛菜的植株為粗而緊貼地面的灌木型，有豎起和奇異彎曲的雜亂的枝條。以後，在科茲-巴拉河流域（南費爾干納），在暗色含石膏頁岩上則轉變為畸形小球果的列先格樟味藜 (*Camphorosma Lessingii*) 和捷提爾 (*Salsola gemmascens*) 的植株。

將這些粗略觀察的結果和文獻資料相對比，證明這樣的現象並不是個別的。上面已經提到過 E. П. 科羅文 (1923) 的觀察，他曾在努拉套山的頁岩上見到有刺扁桃的畸形粗的植株。根據 B. И. 利普斯基在准噶爾阿拉套山脈和我們 (維克托羅夫, 1947 6) 在費爾干納山脈的觀察，在檜屬各種變型中，在頁岩上大量分佈的也只有匍匐形的檜。最後，甚至在中緯也看到同樣的現象，如 Ф. П. 西蒙 (1910) 曾指出在奧布希塞爾丘陵，生長在頁岩上的櫟屬和槲屬呈畸形灌木狀，有彎曲的枝條和纖維狀的根。形成這些變型一部分可能是由頁岩基質的機械特征，亦即由它容易形成具有尖銳邊緣的薄片狀結構單位的能力所決定的。這些結構單位很容易引起植物的機械損傷，特別是幼枝，而在某些情況下，可能還會損害生長點，結果引起上述特殊變型的出現。

瀝青土上出現特殊植物種屬顯然應當算是在某種岩層上的上述形態形成的一種現象。在 M. Г. 波波夫 (1949) 的馬貢坦泥火山的特有种的著作中，可以看到他首先曾含糊地指出在瀝青土上有特有的變型。他發現在噴發的泥火山上有三種特有植物，日本植物學家希格佐蘇加瓦拉



(Шигецо Сугавара) 对同一地方的特有植物稍早也曾描述过, 其中之一为蒿属一种——*Artemisia limosa*。这种蒿多少接近于广泛分佈的种 *A. borealis*。根据波波夫的意见, *A. limosa* 和 *A. borealis* 不同的地方在于前者生活週期一定为二年, 絨毛較小, 叶片分裂較淺, 小叶較窄, 莖矮小, 花序呈窄毛刷狀。

其他两种特有种为 *Primula Sachalinensis* (报春属) 和 *Gentiana pauciflora* (龙胆属), 它們接近于广泛分佈的 *P. farinosa* 和 *G. auriculata*, 彼此間沒有極显著的不同。波波夫在他的結語中写道: “馬貢坦的泥火山的特有种現象具有形态-系統的变种的小种 (пача) 的規模。它是由于泥火山对生長在其上的植物的为特有的土壤的影响而形成的” (492頁)。

П. Д. 雅罗申科 (1932) 在南高加索“卡拉恰拉”集体农庄附近的噴發的泥火山發現 *Salsoia ericoides* var. *foliolosa* 的特有变型。

在 1949—1950 年我們和 E. A. 沃斯托科娃共同調查过系列地段的植被, 那里瀝青很多, 并且經過分析后証實了这些地段是廢石堆 (由汲取石油井中抛出)、瀝青場 (为湧出石油所膠結的岩層的区域) 和其他瀝青区域。各处瀝青含量相当大, 由 1% 至 5%。

生長在这些地方的絕大多数植物的一般特征是体积很大, 繁茂, 同时有某些畸形, 这表示有机体大小的正常比例已被破坏。为了对生長在瀝青土上的变型的大小有一概念, 特將三个瀝青地边緣几百次測量的資料編入表 8 中:

表 8

种	瀝 青 土		非 瀝 青 土	
	平均高度 (公分)	平均直徑 (公分)	平均高度 (公分)	平均直徑 (公分)
無叶蠟葵 (場地 №4)	76.3	109.4	45.7	56.4
無叶蠟葵 (場地 №3)	85.2	110.4	50.1	69.9
硬猪毛菜 ( <i>Salsoa rigida</i> ) (場地 №4)	74.0	113.0	26.0	42.0

圖 12 为瀝青土和非瀝青土上的猪毛菜屬平均大小的圖解。已查明無叶蠋葵 (*Anabasis aphylla*), 硬猪毛菜 (*Salsola rigida*), 西伯利亞冰草 (*Agropyrum sibiricum*), 白濱藜 (*Atriplex cana*) 和奧菲斯頓 (*Ofaiston monandrum*) (單花蓬屬) 有这种不正常的龐大的和某些畸形的变型; 奧菲斯頓的畸形表現特別強烈, 它由小的体干匀称的植物轉变为枝条粗糙杂乱而弯曲并有球果的植物。稍后, H. Г. 涅斯維泰洛娃和我們共同进行了观察, 發現生長在瀝青土上的植物有肥大和畸形的現象, 这样的植物种相当多。例如涅斯維泰洛娃和沃斯托科娃發現瀝青土上的草木樨有肥大現象, 其高度达 2 公尺以上, 佛蘭堪尼亞 (*Frankenia hirsuta*) 复叶猪毛菜 (*Salsola foliosa*) 和許多其他种均有这种情况, 和这些观察相联系的是 T. Ф. 沙波娃 (1938) 关于 *Zostera nana* 肥大現象的資料, 这些資料特別有意义; 在里海东北部, *Zostera nana* 的变型比該种一般体积大到 7—10 倍, 这可能和离里海沿岸石油区較近有关。

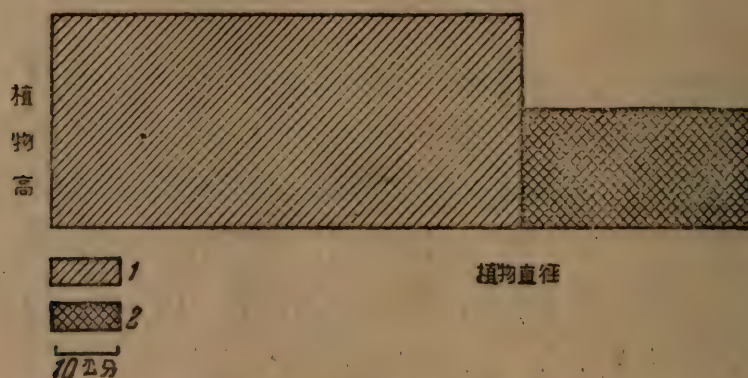


圖 12 瀝青土和非瀝青土上的猪毛菜的大小  
1—在瀝青土上; 2—不含瀝青的土上

現在有理由認為瀝青土确实是形态形成的場所。这說明, 在少数情况下, 除了肥大的变型以外, 还發現有矮生变型, 例如, 根据我們观察, 在涅比特达格地区的飞燕草 (*Delphinium biternatum*) 就有这种現象。間接的資料也証实了这种見解的正确性, 每年日益增多的实际資料証明了瀝青对植物有强烈而深刻的生理的影响。属于这类的資料計有: 研究早期的褐炭 (含瀝青达 70%) 肥料的著作 (菲奇 Fischer



1932; 耶斯克 1932), 利用煉过的古姆布林 (Гумбрин——为白堊紀賽諾曼建造的密实的淡色頁岩, 可利用精煉石油和滑潤油——譯者) 作为肥料的著作 (古謝依諾夫, 1950), 固結砂的瀝青薄膜对植物影响的著作 (巴納謝維奇, 1935; 巴納謝維奇和查哈罗夫 1940, 1941; 加耶利, 查哈罗夫和馬柳金 1935) 以及瀝青作为助長剂 (多尔戈波洛夫和魯班, 1952) 和作为調节土壤中生物化学过程的物質 (列麦佐夫 1938) 的作用的著作。

环烷对細胞分化进程影响的研究接近于这类的工作。大部分工作都証实了生長在瀝青土上的变型的生長力較大。虽然直到現在还没有瀝青土对植物影响的明显圖式, 但是在这些基質上發生特有的种內小的变型, 它的指示作用很大是無可爭辯的。

可見, 和某种岩層有关的形态形成 (部分也是种的形成) 的过程是十分广泛分佈的現象 (維克托罗夫, 1952)。其結果, 产生和某种岩層有明显关系的变型。运用地植物学專門术语, 可以确定它們为这些岩層的“可靠的”变型。这些“可靠的”变型对确定岩層的界綫有很大的帮助, 显然, 当地植物学法在地質学中进一步發展时, 它可能作为寻找矿物的一种重要標誌。

保留在某些岩層上作为另一自然地理条件的殘遺的植物种, 具有某些地方性的指示作用。这样的例子是十分平常的。例如, M. H. 卡拉瓦耶夫 (1948) 研究圖奧拉-西斯山脈 (哈牢拉赫山脈的延續部分) 的北雅庫齐 *Caragana jubata* 的殘遺生長地时, 曾确定这种植物种只生長在碳酸鹽基質上 (石灰岩和碳酸鹽的砂岩上)。生長在北烏克蘭碳酸鹽岩層上的索菲亞瑞香 (*Daphne Sophia*) 也是这种地方性的殘遺指示植物种。A. И. 托尔馬契夫, Ю. П. 尤丁, Н. В. 迪利斯, A. И. 列斯科夫和 A. H. 波諾馬列夫 (見第二章) 曾指出了和石灰岩有密切关系的系列遺殘种的变型。

不过, 由于这些殘遺指示植物种的作用很小, 有时純粹只有地方性的意义, 所以不必詳細叙述这个問題。

从分析各个植物种的指示作用的某些一般性的总结中, 应当指出, 利用它們作为生态標誌曾遭到某些学者的十分强烈的批評。A. 卡

尔宾斯基(1841)曾整理过分佈在不同岩層的不同地区的同一植物种的文献資料，他首先提出对利用个别植物种作为判断地質条件的標誌的可能性表示怀疑。德魯捷(*Drude*, 1890)对个别植物种經常与地質条件有关这一点也表示怀疑。B. H. 巴蘭丁(1936)对个别种的指示作用曾提出一般性的批評意見，虽然他沒有涉及到地質指示作用的問題，但他曾和B. M. 波格达諾夫(1934)發生了爭辯，波格达諾夫曾利用北高加索的个别植物种作为判断土壤和屠宰牲畜时期的標誌。

利用植物种作为判断土壤的標誌曾遭到Л. A. 彼特罗娃-特列菲洛娃(1929)各方面給以的严厉的指責和批評，她曾从她編制的烏拉尔河沿岸干燥草原(旧特罗伊茨克区)不同土壤的植物种屬表的对比中，指出在不同土壤上發現多度相同的大量植物种，并且在不同土壤上一般植物羣有許多是相同的。如果彼特罗娃-特列菲洛娃配合有她研究的土壤的化学和机械分析的資料，这种有意义的研究結論会更加使人信服。不过，可惜，她断定它們的相似和差異只是以形态学的標誌和部分旧的土壤圖为根据。此外，她完全忽略了成土母質的影响，并且沒有提到研究的地段是在相同岩層区还是在不同岩層区的範圍內。何况，在上述第一情况下，她研究的不同地段的植物种屬之相似性那是十分自然的。所有这些在研究方法上的缺点，大大地降低了研究者获得結果的价值。

在分佈区的不同部分种的生态不同这个事实乃是反对利用个别种作为指示植物条件的最重要的理由。例如有許多植物，大家都知道，在它們自己分佈区的中央，它們和石灰含量多少是沒有关系的，而在分佈区的外圍，則它們为喜鈣植物(卡張德 *Cajander*, 1909; 弗拉霍尔特 *Flahault* 1937)。也有这样的情况，在某植物种的分佈区的不同部分，它的喜鹽性(галофильность)是变化的；B. B. 列維尔达托(1935)曾援引过关于 *Galatella punctata* 的这样的資料。

Н. Я. 卡茨(1934)在他自己的著作中，曾对现代植物羣落学的概念和專有名詞提出过批評，以帶石楠(*Calluna vulgaris*)为例，他曾強調指出在它分佈区边界上种的狭区性(стенотопность)的扩大。他写道：“在帶石楠佔优势的范围，即在植物社会和总的羣落”的数目佔



优势的范围，它在分佈区的中央部分，比在东部更佔优势。最先，在沼澤上我們見到各种各样的 *Acide*，各种各样的帶石楠社会，而在边缘，只有暂时性的松树……。应当推想，在分佈区的外圍部分，它的优势范围比分佈区中央縮小，这是一般有規律的现象。同时和这种縮小現象發生的，有种的生态变幅的縮小，在它分佈区的外圍通常变为更加狭区性的” (213頁)。

П. Д. 雅罗申科(1950)也曾批評过簡單而机械地利用指示植物种的做法，并且还警告过不考虑地方自然地理的特征而分出“万能的”指示植物的作法。

最后，还有一种重要的反对利用个别种作为指示植物的意見，亦即許多这样的植物种是很稀少并且是很少能發現的，因此，如果即使已确定它們的指示作用具有很大的精确性，但要在野外找到它們仍是非常困难，这样就会縮小了方法的实际作用。

反对利用个别种作为指示植物的許多学者均曾建議应用整个羣落作为土壤、岩層、地下水和景观的某些要素的指示标志。B. H. 巴蘭丁(1936)，E. M. 布拉季斯(1939)，B. B. 列維尔达托(1935)和 П. Д. 雅罗申科(1950)都贊成这种观点。

無論如何不能否認植物羣落比个别种（特別在植株不多的情況下）是环境的更精确、更敏銳的指示标志这一原理，但是我們認為也不能完全否認个别种的指示作用。自 1945 至 1951 年，地指示植物調查的經驗使我們相信：研究个别种与地質和水文地質条件的关系这项工作乃是地指示植物調查中的一个極重要的部分。特別是在中亞細亞，調查者常常碰到的是由一种或少数几种組成的灌木叢。此外，在本章中列举的一些有关在不同岩層区出現特有的变型可看作是决定于岩石的条件同种的变型的一些事实，以及这些变型在景观上具有很大的意义（見上假木賊变型的观察）的一些情况，都表明地植物学家如果忽視植物种与地質的相关的現象，就会錯過对地指示植物調查有重要意义的标志。

不过，当利用植物种作为指示标志时，研究者应当特別注意种的生态变幅的地理变化。因此，在大多数情況下为某一地区提出的和經

过檢驗的指示植物不能利用于其他地区，甚至不能利用于沒有經過严格重复研究它們与地質的关系的多少相似的地区。在这方面，Л.Г. 拉門斯基 (1938) 曾提出下列原理：当由某一地区轉移到另一地区时，我們說植物指示同一条件，对地質指示作用的問題而言，是很有条件的。

### 不同岩層上种的生活强度的差異

在地植物学的概念中，是从植物的外貌来理解它的生活强度，因为在外貌上可以反映出植物种对它周圍环境或大或小的适应程度。此时，为了确定該生長地的植物种的生活强度的等級，植物种在这里是否能通过整个發育週期(生長、开花和結实)或者由于外界条件的不利影响使發育週期縮短(例如，种只生長而不开花)有着很大的意义。

由于岩石和水文地質条件的影响引起植物种的生活强度改变的資料是很貧乏的。通常，它們只是指出了在某一岩層上植物凋萎和抑制的情况。利用植物种的生活强度作为評定岩石或水文地質条件的标誌的任何企圖我們尚不知道。

在地指示植物調查的實踐中，对植物种的生活强度的觀察到現在仍沒有广泛流行。不过，它們是有某些作用的。在沙漠帶(南土庫曼)含鹽岩層上的断裂綫上生長的植物种的生活强度的觀察已証实了这一点。在鹽份丰富的岩石上，断裂綫显然是鹽漬化的源地。这从位于断裂綫上及其兩旁的井中吸取的水份直接确定土中矿物質的总量得到了証实。在研究的結果中，距断裂綫 300 公尺处，鹽份总量是在 0.9—1.2% 範圍內，而在断裂綫上达 5%。在断裂綫上，含鹽岩石中的鹽份大量增加的原因直到現在还不明了，但是它的原因應該从下列兩方面去寻找：一方面是土的性質的可能变化及断裂影响岩層中的毛細管性的特征，另一方面是地下水沿断裂綫常常發生的水头現象。

在構造断裂綫上，鹽渍化增高使沿这些綫生長的植物大部分遭到死亡或者受到强烈的破坏。已确定有这些現象的有許多植物种，如木叉明棵(*Salso'a Richteri*)，新疆拐棗(Кандым) (沙拐棗屬)，球果鹽地鈍鱗木、蒿和落叶松叶豬毛菜等。在大的断裂綫上，可以明显找出



活的植株数随着远离該綫的距离有規律地增加的情况(圖13)。但是,甚至在表現構造断裂的地段也發現生長的活的植株有畸形和病态的变化,这証明这些植物的生活强度已下降了。例如木叉明棵,在它停止生長的同时,在莖梢的尖端形成特殊“梳狀”(Гребешка)的密集叶片(圖14);沙拐棗屬各种的非木質化的节片發生病态的变厚,并且呈紅黄色。在構造断裂發育的区域中,完全看不到任何植物的开花和結实的植株。所以由路綫調查多少可以肯定这里植物沒有通过整个發育週期。

在構造断裂綫很密并且沒有任何冲积物掩盖的地面(例如,在土庫曼西南部可以看到这样的地段)的結構上,死亡和抑制的植物具有

非常显著的变型,并且分佈很广,在很大的面积內只見到稀疏的死亡的發育不良的植株,它們是偶尔帶到这里的种子生長的,并且很早就死亡了。在特別巨大的区域性断裂的附近的頗大面积內,無任何植物存在。

断裂綫直接在地表經過的区域这些特征可以下列例子來說明。在南土庫曼,按照地表每一結構类型的范围划分成系列小区(每一小区为200平方公尺),計算这些小区中的植物。在这里計算了广泛分佈的 *Hololachne songorica* 灌木叢。其結果列入表9中。

在土庫曼西南部的龟裂鹽土上,曾进行了观察,在龟裂鹽土和似龟裂鹽土表面上常見的植物如黑琐琐, *Hololachne songorica* 落叶松叶猪毛菜和系列一年生的龟裂鹽土猪毛菜,它們在那里都已死亡了,并

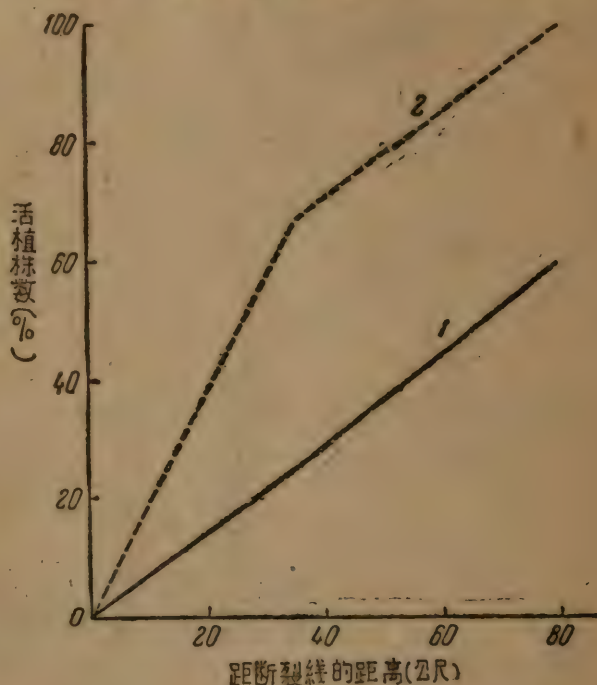


圖 13. 構造扰乱綫上植物的成活率  
1—新疆拐棗 (*Calligonum* sp. сокция *Colliphysa*); 2—木叉明棵 (*Salsoia Richteri*);

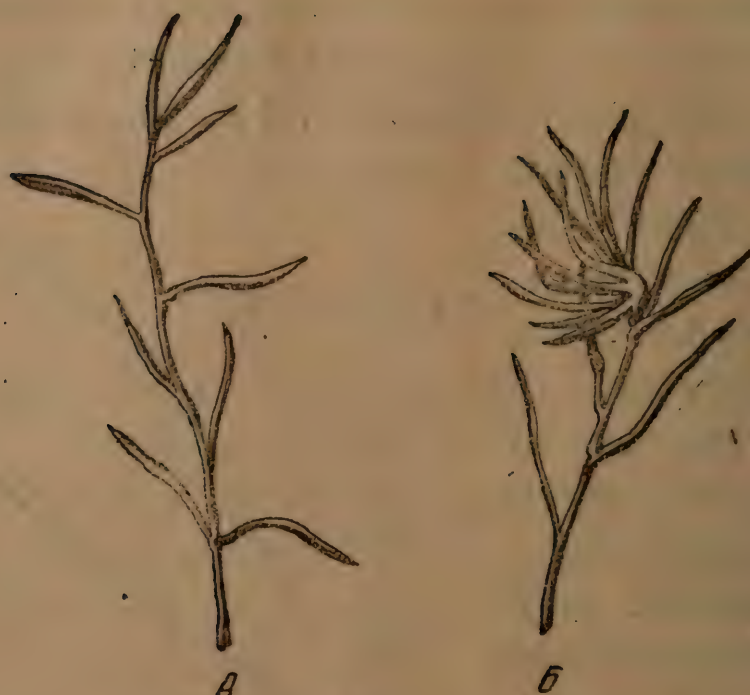


圖 14 木叉明棵(*Salsola Richteri*)  
A—常态的枝的尖端; B—枯瘦植株的枝的尖端

表 9

灌 木 狀 态	小 区 的 灌 木 数				
	1	2	3	4	5
活 的 植 株	50	25	7	9	31
半 枯 的 植 株	—	3	16	—	—
枯 干 的 植 株	50	72	77	91	69

且已为属于盐土的植物种所更替,如疏穗獐毛(*Aeluropus littoralis*), 盐爪爪属(*Kalidium foliatum*, *K. caspicum*), 球果盐地钝鳞木(*Halo-cnemum strobilaceum*)。在这种过程表现最明显的情况下,在龟裂盐土之中可能形成“涸盐湖小丘综合体”(шорово-бугристые комплексы) (根据 Ю. П. 列别捷夫的定义 1949),即小丘状球果盐地钝鳞木林。根据我们和 E. A. 沃斯托科娃共同观察的结果,这群落经常的成分是柽柳属一种(*Tamarix macrocarpa*),在它附近形成小丘-乔科拉



克 (чоколак)。产生这种过程可能的原因之一是断裂綫的影响，它在原来的沉积層中通过并隱蔽在上面有龟裂鹽土的洪积層之下。

这些鹽土分佈区域和構造活动表现較活躍的地区有紧密联系（在列別捷夫著作中指涸鹽湖-小丘綜合体而言 1949）使这种設想極有可能。在这种情况下，龟裂鹽土洪积層显然稍为限制了多余鹽份抑制植被的影响，所以只有某些耐鹽性相当小的植物种表现生活强度下降，而主要是鹽土植物——鹽爪爪屬，球果鹽地鈍鱗木等。

應該指出，上述的觀察是在含鹽份和鹽水很丰富的岩層發育的区域中进行的，沒有任何理由認為在其他条件下構造断裂会对植被有这样的影响。

不过，在本节中分析的例子表明，觀察植被生活强度可以使我們对某些化学过程得出一个明确的概念（在該情况下为鹽份移动的过程），特别是可以利用它达到認識某地区構造的目的。

### 在不同岩層上种和羣落分佈的差異

在本章以前各节中大体分析过的差異，在某种程度上是联系到生長在地質和水文地質条件不同地段的不同种和羣落。而且几乎沒有注意到不同岩層或不同水文地質条件下，同一植物种或羣落分佈的性質問題。在本节中，我們正要簡要地分析这类现象。这样，这里，將主要分析植被結構中的差異。

“植被結構”这句术语的含义是相当廣泛的，因而它还没有确定。在本节的範圍內，我們將植被結構理解为确定植被特有的总的圖样的（在平面研究植被的情况下）和特別强烈影响形成植被航空像片的这些標誌的总和。既然研究植被結構的平面投影，那末在这种情况下，所談的植被結構应为“水平結構” (горизонтальная структура) 可能是比較正确些，以区别于垂直結構（分層現象）。

研究植被的水平結構对航空地質的地植物調查和水文指示植物調查有很大的意义，因为这种結構特征的总和决定着植物羣的航空像片。所以在这种情况下，当确定了某种水平結構与某岩層或水文地質条件綜合的关系时，植物羣就成为航空地質判讀的特別有效的標誌。

植物羣落的水平結構的最重要的要素是羣落地段的外形和羣落內个别种的植株的分佈。

研究者可以用兩種不同的方式来研究水平結構与地方的地質結構的关系。首先，他可以觀察地区的羣落的个别地段的外形和它們在航空像片上的形象，并且設法將后者的外形和某种岩系的走向，地下水的分佈或者和某种構造綫的走向联系起来。这些观察可总称之为形态描述的观察。除了形态描述的观察以外，研究者可以設法借助各种各样的測量作出在不同地質或水文地質条件下羣落或者甚至个别植物的地段分佈的某种数量上的鑑定。在这种情况下，进行的調查，可称为形态示量調查。以下將援引关于利用这一或另一調查方式进行鑑定的某些文献資料。

**文献簡述** 在現在地植物学中，对羣落地段的外形和决定它的因素研究得是很少的。俄罗斯植物学家最注意这个問題，特别是从事綜合体现象研究的学者。Б. А. 克列尔应算是其中第一位学者，他首先描述了植被的某些特殊的形象（見季莫和克列尔的著作，1907）。特别是，他首先描述了一种斑点狀分佈的羣落的形象，它好像位于由其他羣落相互錯縱構成的細胞網中。克列尔这些最初的描述（虽然作者本人主要是由植物和微地形的不同部位的关系观点出發來說明的）对地指示植物調查有着一定的意义，因為它們在一定程度上反映出了植被的划分决定于鹽份的分佈。其次，在 Л. И. 伊奧澤佛維奇（1928），И. А. 察岑金（1938）和Б. А. 克列尔的著作以及以后的著作中，曾在一定程度上繼續發展了这种綜合体形态的描述。不过所有这些研究主要是將綜合体与微地形和沿着地形各个部位水的分布及由此發生的土壤形成过程的特有方向等联系起来。

А. А. 格罗斯盖因和 Л. И. 普里林科（1929）曾發表过下列意見：植物本身促使綜合体的保存，是形成各种各样草墩和微高地（Микроповышение）等等的原因，并且使冲积地形（Нанорельеф）复杂化。

这种見解在 Е. П. 科罗文和 С. А. 舒瓦洛夫（1948）的著作中得到了發展。这些著者認為形成綜合体最重要因素之一是植物本身，它以一定形式影响雪塊的分佈，并且以它殘落物的化学性影响土壤的性



質。

由此可見，根据著者的意見，綜合体的發展主要是植被的自动过程(процесс самодвижения)。

В. В. 阿列欣(1923—1924)和 В. С. 阿尔齐莫維奇(1911)的工作在国内植物学中指出了研究綜合体的另一方向。上述学者較早提到鑲嵌式綜合体形成的原因。阿列欣曾研究中俄罗斯河漫灘草地上綜合体的各种类型，总称之为地帶式类型，亦即一种植物帶是由另一植物帶包圍环繞構成的。他解釋：地帶式綜合体的概念是極混亂的，并且这里可能分出許多不同的变型，这主要决定于植物羣集中(Концентричность)的性質和程度[可分集中变型(Концентрические варианты)，生物中心变型(Биоцентрические варианты)离心变型(эксцентрические варианты)]。在同一本著作中，阿列欣也談到引起綜合体的这种地帶式結構的原因，并且指出它經常反映封閉窪地中水份的分佈。虽然阿列欣本人沒有企圖將他自己的观察联系到水文地質的問題，但是很明显，在內流盆地进行工作时，地帶式綜合体的研究給水文地質学帶來了極大的利益；例如 В. А. 普里克郎斯基(1935)就曾經指出过这一点。

В. С. 阿尔齐莫維奇(1911)的研究在这方面有着很大的意义。这位学者曾極詳尽地描述在半沙漠帶中，沿着內流鹽漬盆地的外緣形成的地帶式綜合体(特別是巴斯昆恰克湖的四周)，并且多少曾將它联系到这些盆地中水份与鹽份的分佈。在研究內流盆地的其他植物学家的較后的著作[例如埃尔頓內流盆地，(伊里因 1927)，里海低地溺谷(烏索夫, 1940)]中，曾对阿尔齐莫維奇的意見有过評論。

不过，这些观察長久沒有得到充分的水文地質的說明。

Е. А. 沃斯托科娃(1953 6)的观察多少闡明了在干燥帶的內流鹽漬盆地中植被的地帶式綜合体的水文指示植物調查的意义。她曾研究西哈薩克斯坦的大多数的勺兒湖(соры)的植被。沃斯托科娃綜合她收集的資料，繪制了勺兒湖周圍的植物羣帶分佈的綜合略圖(圖15)。按照这个略圖，芨芨草(*Lasiagrostis splendens*)的灌木叢構成鹽漬盆地植物羣的外帶，接近盆地中央，为蘆葦羣落所更替，在盆地中央則为

地帶式豬毛菜綜合體。在芨芨草叢之下發現最深、但礦化最弱的地下水（水的深度通常距地表不到3—5公尺，氯化物的含量極少超過204—300毫克/升）。在以后各帶中，鹽漬化程度增大，在球果鹽地鈍鱗木之下，地下水埋藏很淺，鹽份集中， $\text{Cl}'$ 的濃度由1890至71960毫克/升。

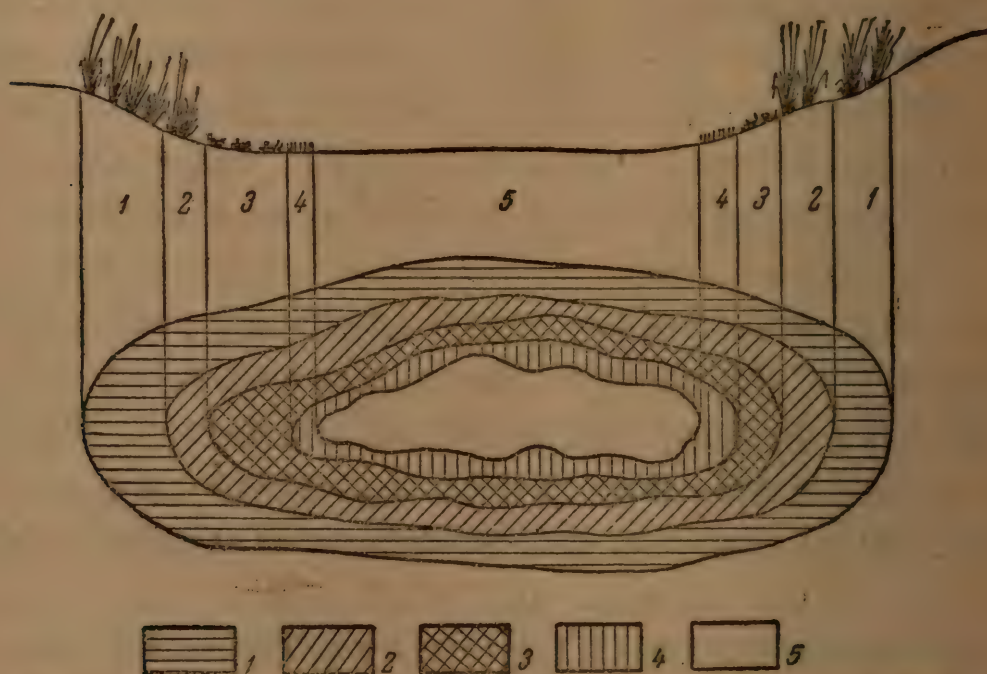


圖 15 勺兒湖的植物羣的綜合略圖（引自 E. A. 沃斯托科娃的著作）

1—芨芨草和柽柳灌木叢；2—蘆葦叢；3—球果鹽地鈍鱗木叢；4—海蓬子叢；  
5—沒有植物羣的勺兒湖面

這張圖有無數的偏差和變型。

Г. А. 格盧莫夫(1948)對綜合體的形態進行過專門研究。他提出的分類，包括鑲嵌式和地帶式綜合體，在一定程度上，是 B. A. 克列爾，B. B. 阿列興和其他學者意見的綜合。格盧莫夫將綜合體分為下列類型：

(a)地帶式綜合體；

(б)鑲嵌、地帶式綜合體(在鑲嵌背景中散佈着個別的地帶式構造的地段)；

(B)鑲嵌式綜合體，包括幾種土壤和植物社會類型，而且沒有任



何一种类型占优势。

(г)分散式綜合体 (диффузные комплексы) (一种羣落構成背景，而其中包括有另一羣落的分散地段)；

(д)鑲嵌-分散式綜合体 (后兩種类型的过渡类型)；

(е)結合式綜合体 (комбинированные комплексы) (包括以前类型的不同部分)。

不过格盧莫夫將綜合体的各种类型只联系到微地形和中地形的性質，局部地联系到水的分佈 (对地帶式綜合体而言)，但沒有更深刻地分析它們發生的原因。

由此可見，在描述綜合体的植被形态的絕大多數的著作中完全沒有涉及岩石因素；只有沃斯托科娃研究过水文地質性質的原因，但主要限于西哈薩克斯坦。

在不同水文地質条件下，研究不同岩層上的草層密度和同种植株分佈的性質是最有意义的，可是这方面的研究比研究岩石和水文地質条件对羣落地段的外形和綜合体的植被形态的影响还要少。应当指出，甚至不管这种標誌在地指示植物調查中的意义如何，关于羣落中植株分佈的問題在文献中闡明得也是極不够的。但是研究這個問題有着很大的實踐的意义，因为植物植株的分佈是航空像片中表示地区的重要因素之一。

在涉及种的植株分佈規律的著作中，研究植株之間距离的問題的著作有很大的意义。在 Г. Р. 埃依廷根 (1918) 和 А. И. 列斯科夫 (1927) 的著作中，談到了這個問題。这些学者在不同年齡的乔木林中 (埃依廷根在松林中，列斯科夫在云杉林中进行过工作) 曾作过大量植株間距离的測量，得出下列結論：按照林中树木衰老及其自然稀疏的程度，可以确定出同种乔木植株之間有某种平均的生物約制的距离 (Биологическое обусловленное расстояние)。列斯科夫 (1927) 对这个結論曾有最明确的表述，这位学者写道：“随着年齡的增長，由于自然稀疏，森林接近于一定距离” (81頁)。当在不同年齡的森林中进行大量測量时，获得許多变化的数值，其中变化系数下降可作为随着林木衰老形成某种相当稳定的平均距离的过程的標誌。

以后，在 Г. И. 多赫曼亲自领导下，И. В. 卡麦涅茨卡雅在草本植物羣落中对这个问题进行过研究。由于这个问题对航空地质判读很重要，因而我們也曾發表过一些我們亲身观察的结果(維克托罗夫，1947 年 B)，这些观察將叙述于下。

我們对埃依廷根和列斯科夫确定植株間某种平均距离的意图，沒有肯定其正确到怎样程度。应当指出，有一种很重要的思想貫徹在上述两种研究中，其思想为：在絕大多数情况下，同种植物本身間的距离是特有的数值，在一定程度上是由种的植株間的很复杂相互关系中总结出来的。所以植株間距离是羣落的極重要的形态的特征，一方面对形成航空像片有很大意义，另一方面有很多的生态和羣落的内容。

应当承認 E. A. 沃斯托科娃(1952)关于西哈薩克斯坦的芨芨草叢的著作是在地植物学文献中利用种的植株間的距离数值来鑑別生長地条件的最卓越的經驗著作。她曾在地下水埋藏深度不同及其矿化不同的情况下測量过大量芨芨草植株間的距离。她是根据多赫曼建議的方法进行測量的，即測以联成直綫但不超越同种植株的所有植株間的距离，被測量的距离分为一系列等級，每一等級測量的数以占測量的总数的百分比表示。根据測量結果，繪制圖解，橫軸表示距离的等級，縱軸表示每一等級測量数（以百分比表示）。由此可見，沃斯托科娃确定的該种圖解反映出在土不同湿润的条件下的芨芨草叢的密度不同。

在該著作中，曾援引三張芨芨草分佈典型的圖解，它們表明芨芨草稀疏和地下水矿化度增高以及地下水埋藏加深的依存关系的概念。从曲綫的分析，可以得出下列結論：芨芨草在地下水埋藏不太深的情況（达 4 公尺）下比地下水埋藏很深的情況下更能反应地下水矿化的程度，因为在 3.7 公尺深处为淡水的情況下，芨芨草叢的密度比在深 2 公尺处强烈鹽漬化水的情況下的密度大得多。

羣落中种本身分佈的規律性的資料包括在研究种的分散系数(коэффициент дисперсии)問題的著作中。这个概念曾被斯維德別尔格(Swedberg, 1922)引入生物羣落学中，它表示在系列研究的具体小区內种的多度距平均多度的分級性質。由于这个概念比較复杂，因此我們



只叙述一下它的意义。

假如說,我們將研究羣落的某一地段分为大小相同的 100 个小区,并計算出每一小区上該植物种植株的株数。一个小区上的植株数为該小区上該植物种的多度( $m$ )。將求得所有多度值加起来并除以研究小区的总数(在該种情况下为 100),則我們得到平均多度( $M$ )。为了要确定植株分佈均匀的程度,我們應該找出各个小区的多度值和平均多度的关系。如果在小区上植物分佈不均匀,时而稠密,时而稀疏,那末,在絕大多数的小区中,我們会發現多度和平均多度( $M$ )有显著的差值——它們或者比平均多度大(在稠密地段),或者小(在稀疏斑点狀分佈区)。种的这样分散称为超正常分散(сверхнормальная дисперсия)或超分散(сверхрассеяние)(密集分佈)。

如果植物分佈很均匀,并且在絕大多数小区,我們發現多度值等于  $M$  或与  $M$  很接近,那末这种低于正常的分散称为欠分散(Недорассеяние)。这里,种好像沒有分散,分佈異常均匀。在單位面积上移植一定株数的人工栽培的地区可作为这种欠分散的例子。

最后,种的某种平均分散称为正常分散。它的分佈既不密集,又不異常均匀,各个小区的多度和平均多度之差具有偶然性。

斯維德別尔格建議以下列公式計算分散系数:

$$Cd = \frac{\sigma^2}{M^2} : \frac{1}{M},$$

式中  $Cd$ ——分散系数,  $\sigma$ ——多度和平均多度之差的平方的平均值,  $M$ ——平均多度。

当分散系数等于或相近 1 时,我們称之为正常分散(种的偶然分散);当分散系数远大于 1 时,我們称之为超正常分散(种的密集分散);当分散系数远小于 1 时,称为欠分散(种的異常均匀分佈)。

在本著作的範圍內,沒有必要分析此数量在統計上的論証;在 A. A. 丘普罗夫(1909)、多尔穆(*Dormoy* 1878)和列克西斯(*Lexis*, 1903)的著作中可以找到論証。

在生物羣落学中,利用分散系数主要是 B. H. 別克列米舍夫领导下进行工作的动物学家和植物学家——生物羣落学家(見巴斯基納

和弗里德曼, 1928; 別克列米舍夫和伊戈希納, 1927)。在別克列米舍夫(1931)、基林(Kilin, 1926)和諾爾德加根(Nordhagen, 1922)的著作中, 可以找到关于上述分散系数的知識和这个標誌的批評意見。

虽然一种植株分佈的均匀性是分析航空像片时的最惹人注意的一种標誌, 但是我們尚不清楚誰曾利用分散系数分析过植物羣的航空像片。而关于运用不同植物的分散系数作为辨別岩石和水文地質条件的標誌的問題則完全沒有闡明过(以前, 我們曾出版过关于这个题目的小册——見維克托罗夫, 1947 B)。

由此可見, 从决定植被的水平結構的基本要素(羣落地段的外形, 某种植株間的距离和种本身分佈的均匀性)的文献資料研究的总結中可以断言, 任何一种結構標誌不可以直接利用来辨別植物生長地的岩石和水文地質的条件, 亦即不可以直接利用它当作岩石和水文地質的指示標誌。因此, 闡明在植被不同結構地段利用这些標誌来进行地指示植物調查的經驗是合适的。

石膏沙漠中地帶式綜合体 在1947年, 我們曾研究自南环繞費尔干納河谷的土尔克斯坦山脈的山麓沙漠。这山麓系由侏羅紀、白堊紀和第三紀含石膏岩層所組成, 并且是石膏沙漠<sup>①</sup>。当研究石膏沙漠全貌时, 極容易察覺出它的植被結構的特殊外貌, 亦即一般呈地帶式的形象。各种石膏植物(гипсофит)羣落的絕大多数地段是帶狀延伸的, 大部是沿構成山麓地形的穹形殘丘、山脊和丘陵的斜坡分佈。有时, 这些植物帶延伸的距离很大, 有时迅速中斷, 構成类似某种窄狹的伸長的扁平体(линза), 紧塞在其他更長的扁平体狀地段之間。这样伸展的地帶或为微显像(микропроявление)(即为寬約几公尺的最細的不同植物叢帶), 或为大显像(макропроявление)(在航空像片上有寬度相当明显的相互平行伸展的地段)。

在这个地区, 研究中生代岩層露头时, 曾查明这些沉积在十分大的相的變異的情况下, 具有最薄的層理。費尔干納著名学者、地質学家 В. Н. 維別尔(1934)曾鑑定过我們工作地区的侏羅紀沉积, 指出

① 根据科罗夫(1934)的定义。



这里砂岩、礫岩和頁岩無限地交互更替，这些岩層形成各种各样的組合体，在白堊和旧第三紀沉积中有机械成分極复杂的各种間層經常更替。

在剖面上观察到成土母質的这种層理使我們推断植被的地帶式綜合体是含石膏層的各种岩石更替的反映。在不同植物羣聚的範圍內，进行过許多次的調查和挖掘，充分証实了这种推断，并且沿着这一或另一种植物帶在該地段很有可能有这一或另一岩層，有时为極薄的一層，这使我們可以确定調查的岩系的結構的某些細节，并且可以使我們闡明有时極不明顯的岩層的存在。借地帶式綜合体的研究，可以使我們确定出下列規律性，以作为上述情况的例子：

(a) 窄狹的大的石膏植物霸王屬 (*Zygophyllum eurypterum*) 羣聚帶的出現，虽然它們的植株甚至呈明显的小練条狀分佈，但它們照例仍能表示有結晶石膏層存在；

(б) 維別尔指出，在侏羅紀沉积中，落叶松叶豬毛菜 (*Salsola laricifolia*) 矮灌木类羣到处沿着含鉄最多的岩層，特別是沿着褐色砂質鉄矿分佈；

(в) 侏儒櫻桃 (*Prunus prostrata*)，有刺扁桃 (*Amygdalus spinosissima*) 和彼罗夫斯基 (*Perovskia scrophulariaefolia*) 標誌着有石灰岩夾層存在；

(г) 捷提尔 (*Salsola gemmascens*) 和假木賊一种 (*Anabasis truncata*) 一样沿着黑色侏羅紀頁岩和粘土質頁岩分佈；

(д) 在白堊沉积上的假木賊屬一种 (*Anabasis truncata*) 标示在礫岩中有細長的泥灰岩夾層。

为了充分客觀地确定上述綜合体是由不同岩石的更替或者由微地形 (如通常描述沙漠和半沙漠中的微地形) 所产生的，我們在系列一种構成的植物叢和兩种構成的植物羣聚中确定不同种的分散系数。我們选择的作为划定小区的地段，使所有小区都在一种岩層露头的範圍內，这样也就便于确定在該种岩層上种的分散系数。此时，可以推断，如果植被綜合体是由于植物沿着微地形分佈不均而产生的，那末在一种岩層露头的範圍內，我們將会發現超正常分散 (密集分佈)，

因为微地形各处是复杂而不一致的。如果綜合体基本上决定于各种成土岩石的更替，那末在一种岩層露头的範圍內，甚至在極复杂的微地形的情况下，我們也会看到正常分散或者低正常分散（即偶然的或均匀的分佈）。在南费尔干納石膏沙漠中进行过这样鑑定，其結果列入表 10 中：

表 10

基 質	構成灌木叢的植物种	分 散 系 数
暗色侏罗紀頁岩	捷提尔( <i>Salsola gemmascens</i> )	0.47
同上	捷提尔( <i>Salsola gemmascens</i> )	1.07
粉紅色新生代頁岩	捷提尔( <i>Salsola gemmascens</i> )	1.12
同上	捷提尔( <i>Salsola gemmascens</i> )	0.63
淡黃色新生代頁岩	捷提尔( <i>Salsola gemmascens</i> )	0.69
上白堊紀石膏層	半日花屬一种( <i>Helianthemum soongoricum</i> )	0.76
暗色侏罗紀頁岩	假木賊屬一种( <i>Anabasis truncata</i> )	0.93
暗色含石膏頁岩	豬毛菜屬一种( <i>Salsola montana</i> )	0.52

这些資料我們已經發表过（維克托罗夫，19496）。由此可以明显地看到，在一种岩石的露头範圍內，种分佈是極均匀的或者是偶然的，但并不密集。换言之，在一种岩層範圍內在种的分佈中沒有綜合体和斑点；斑点只在几种岩層分佈区出現，当分析由几种構成的羣聚时，在同一种岩層的范围內我們也可發現种分佈是均匀的；我們曾为九个不同的羣聚确定了分散系数，其中大部分是小于 1（欠分散，植株均匀分佈），只有極小数大到 2（維克托罗夫，19496）。

由此可見，上述地帶式綜合体是岩石形成的綜合体（Литогенная Комплексность），亦即是在由岩石因素影响下生成的綜合体。在南费尔干納研究得最詳細，我們在克茲尔庫姆的蚀余高原的石膏沙漠地区和西哈薩克斯坦也曾看到这种地帶式綜合体。我們曾描述过：在东费尔干納暗色頁岩区的兔唇花屬一种（*Lagochilus platyacanthus*），蒿屬一种（*Artemisia herba alba*），矢車菊屬一种（*Centaurea squarrosa*）和短命植物是地帶式綜合体的代表性的情况，其中突起系列窄的石灰岩



山脊，叢生着侏儒櫻桃(*Prunus prostrata*)矮灌木叢，構成一種山脊植物由人工培植的映象(維克托羅夫，1949)。

半沙漠中的鑲嵌式和分散-鑲嵌式綜合體。在契干河、恩巴河、薩吉茲河及威爾河流域和烏斯秋爾特的北部與中央部分，我們曾對西哈薩克斯坦的植物羣進行過三年的研究，好幾次看到了植被鑲嵌式和分散-鑲嵌式的綜合體，它們乃是半沙漠植物羣的一種代表性的特徵。在某些情況下，這種綜合體的成因可以根據在微地形的不同要素有不同成土過程方向的一般觀念來加以說明。但是，不利用地方的地質結構的資料就不能闡明它們成因的綜合體分佈也很廣泛。

在我們研究的半沙漠地區的範圍內，白堊岩層——聖托亞(上白堊紀)和坎佩沉積分佈很廣。它們的岩性有顯著的不同。聖托亞沉積基本上是石英-海綠石砂，其中散佈着一些磷塊石堆積或多少沿着走向延伸的磷塊石層。在砂的底部也經常有不厚的磷塊石層，向上，砂層為磷塊石礫岩的岩板所掩蓋。而坎佩沉積主要是各種含石膏的頁岩。

由於岩石的和化學的組成有這樣顯著的差異，因而在這些岩層上發育着不同的植物羣落。在含有磷塊石的砂上發育着灌木草原，其中有草原錦雞兒(*Caragana frutex*)灌木叢，裂葉繡綫菊(*Spiraea crenifolia*)則比較稀少；草層主要為薩列普特茅草(*Stipa sareptana*)和雜草。而坎佩頁岩上的植物羣是半沙漠的黑蒿-野麥(*Artemisia pauciflora*-*Elymus lanuginosus*)和假木賊(*Anabasis salsa*)代表性的大分枝的變型。

在很大距離內由聖托亞或坎佩沉積分佈組成的地方，發現上述的羣落類型分別占有着廣大的面積。不過，也發現同樣羣落構成特殊的鑲嵌式綜合體的地區，亦即它們的分佈完全是另一種情況。

例如我們和 E. A. 沃斯托科娃曾經描述過，在屬於含磷塊石岩層的灌木草原錦雞兒草原的領域內有鑲嵌式的斑點，它是由草原表面上存在的小丘——由平坦草墩到直徑達 10 公尺的廣而平坦的微高地所引起。這些微高地為黑蒿-野麥社會和假木賊以及其他石膏植物所布滿。構成這些正地形的岩層是含有白色假絲狀鹽類的綠色頁岩，有時

它稍受淋洗，表面受到風化作用的強烈破壞。因為這些小丘往往好像是位於由不深的磷塊石的岩板組成的面積上，並且是聖托亞沉積的頂極，因此，很明顯，上述小丘不是別的東西，而是坎佩層沖刷後的殘余。這條結論從小丘上的植物羣的性質以及組成小丘的頁岩和坎佩沉積的岩石很相似這一點就可以得到証實。

因此，上述分散的兩列綜合體是由于坎佩含石膏頁岩層被沖刷和風化而形成的；這種岩層的小型微殘丘（микростанец）也是這種結構單位，它的分散分佈決定着它本身綜合體的產生。

在該種情況下，羣落分佈的類型是與岩層的分佈相適應的：整片面積是這一或另一羣落則表示整片為某種岩層的分佈，而綜合體表示有一種岩石的片段存在在另一岩層區中。

在前烏斯秋爾特低地的沙漠中，曾見到形成物機械成分相似的綜合體，前烏斯秋爾特低地沙漠位於廣大窪地中，窪地北面為烏斯秋爾特高原，自此高原向北為曼涅賽河流域。這裡，在由矮小假木賊（*Anabasis depressa*）組成的草墩假木賊叢的廣大面積中，散佈着許多針茅-冰草社會（*Stipa capillata*-*Agropyrum sibiricum*-*A. desertorum*）的小斑點，有時其中有伏若（*Eurotia ceratoides*）。仔細研究這些斑點時可以發現，它們的土壤是由紅褐色粗粒鐵質砂土和鐵質砂岩碎片的堆積組成的，並且其中幾乎沒有有機物。而假木賊的正常典型的基質乃是不同成土階段的舊第三紀的綠灰色板狀含石膏頁岩。在這種頁岩層中沒有發現有任何鐵質砂岩夾層，所以上述斑點形成的原因不能由這種岩層中去找；顯然，它們是和所謂的陸相圖爾蓋層相聯系的，此陸相圖爾蓋層系由鐵質砂、砂岩、礫岩和砂質頁岩組成（亞申，1940）。

上述針茅-冰草羣落標誌的鐵質砂岩物質的堆積可能是圖爾蓋層沖刷的殘留物。這些形成物所以有坡積的性質除了由於它們分佈的分散性以外，顯然還由於在原來層位中有砂岩岩塊存在所致。上述斑點的植被在種屬上和外貌上也極接近禾本科-雜草草原，它在這個地區正是生長在圖爾蓋層岩系上。

所以這個綜合體和前述的綜合體可作為某種岩層的不均勻沖刷和



产生微殘丘而引起特有的岩石形成綜合体的例子。在該种情况下，植被綜合体决定于發育在含石膏頁岩上的沙漠背景中存在分散的鉄質砂岩的微殘丘。

从文献中，我們已知道有由于一种岩石片段存在于另一岩層表面上而引起这样綜合体的情况。例如，在法国南部，認為栗屬是矽酸鹽岩層上典型的植物，但在蒙彼利埃地区却發現栗屬生長在石灰岩上。植物学家裴納尔和地質学家裴馬及魯維尔曾查对这些事实，發現这里栗屬不是生長在石灰岩上，而是生長在位于石灰岩層表面上的砂質岩層的小島或小巢上，这些不太明显的小地段的存在乃是石灰岩地塊上出現栗屬分散类型的原因（見裴納尔 *Duna'*, 1949）。

綫条狀外形的羣落地段。当研究沙漠和半沙漠的植被以及进行航空攝影的工作时，常会發現这样的情况，在一些地方，某种植物羣落形成相当明显的延伸的帶狀，有时稍为弯曲，有时几成直綫，各种喜湿植物的羣落構成这样帶特別普遍。

常常有許多入肯定，某羣落佔有地帶作綫形延伸是人类經濟活动的結果（例如沿着荒廢的灌溉系統的喜湿植物綫）。但是許多这样的綫形地段并不能以人类經濟活动的影响來說明。

根据我們的观察，产生这样天然的綫形地段常常是由于植物羣沿着不同沉积的接触綫，或者沿着構造断裂綫，或者是沿着某种隱蔽構造断裂的土壤表面地球化学反映綫分佈所致。

較喜湿植物羣落沿着不同岩層的接触綫分佈在沙漠和半沙漠是很普遍的。显然，这种原因應該在产生較有利的湿润条件的接触綫上去探求，虽然接触岩的透水性差異不大。E.A. 沃斯托科娃（1953 6）曾主要研究了接触綫上植被的性質。

利用她在西哈薩克斯坦观察的資料，可以断定，喜湿植物羣帶標誌着所有上層比下層透水稍强的接触。該植物帶的厚度、草層的鬱閉度，种的組成以及它在空間連續的程度与集水面积有着紧密的依存关系，因而也和含水層表現的情况以及暫时的或經常的含水層有紧密的依存关系。

例如，在白堊沉积中，有一層極厚的含水層位于鉄質細粒砂土和

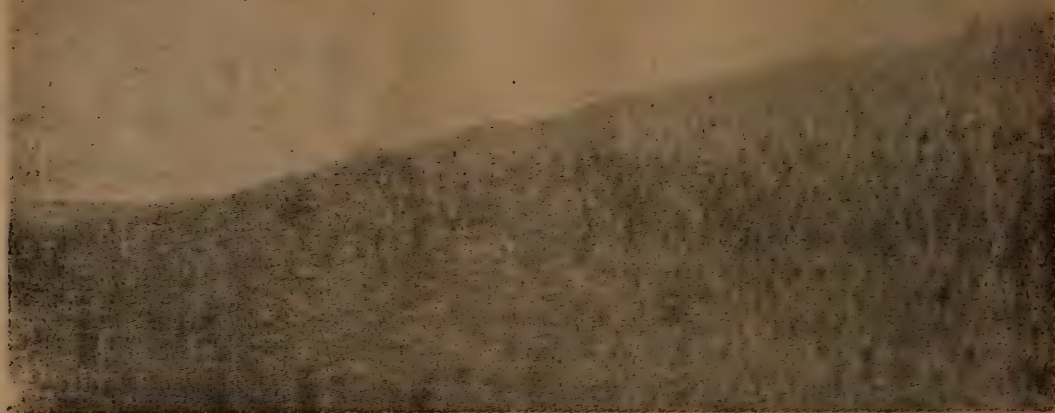


圖 16. 在舒巴尔吉蘭峡谷地区接触綫上的蘆葦叢 (E. A. 沃斯托科娃攝)

黑色含少量碳酸鹽頁岩的接觸綫上，它構成了許多流量豐富的泉水，在它整個距離內 几乎都標誌着芨芨草 (*Lasiagrostis splendens*) 和蘆葦 (*Phragmites communis*) 叢以及檉柳與柳矮灌木參與的稠密的植物帶 (圖 16 和 17)。

表現不太明顯的喜濕植物羣落——金絲桃葉狀綉綫菊 (*Spiraea hypericifolia*) 叢，其中夾有伏枝冰草 (*Agropyrum repens*) 和稀少的芨芨草斑點，這標誌着在舊第三紀沉積中有一層不大的含水層位於鐵質砂與砂岩和綠色含石膏頁岩的接觸綫上。只有在集水區面積很大的情況下 (例如在烏斯秋爾特的峻峭懸崖上)，在此接觸綫上才尚出現蘆葦叢和胡頹子屬植株。不過，這裡沿斜坡往下，通常還出現鹽生植物——鹼蓬屬一種 (*Suaeda physophora*) 和葛氏磯松 (*Statice Gmelini*)，因為水和含石膏頁岩相接觸迅速發生鹽化，最後，在集水面積不很大的情況下，接觸綫上則只能看到較高而稠密的針茅 (*Stipa capillata*)，西伯利亞冰草 (*Agropyrum Sibiricum*) 和有大量甘草 (*Glycyrrhiza uralsensis*) 與歐苦參 (*Sophora alopecuroides*) 參與的植物帶。不過，有些地方，這些羣落顯然呈密茂的綠色帶狀，使這一或另一種岩層在航空像片上顯現為一條暗綫。

有時，植物羣地段作綫狀分佈是由于植物羣落存在在某種綫形



伸展的岩層的露头上的緣故。如圖 18 中，很明显地可以看到森林帶正沿着頁岩和粉砂間的含鉄砂岩的露頭分佈。



圖 17. 白堊岩層接觸綫上的芨芨草 (B. A. 沃斯托科娃攝)



圖 18. 沿着鉄質砂岩露頭分佈的森林帶

常常也可以看到植物羣的綫形地段沿着構造斷裂綫分佈的情況。我們在前面已經指出這樣分佈的一種最典型的情況（維克托羅夫 1949a）。這地段最明顯的部分位於克茲爾庫姆的西南部，即在檉柳矮灌木（*Tamarix hispida* 和檉柳屬其他種）附近，植物形成的小丘-丘卡拉克（бугры-чукалак）鍊條，沿着構造接觸綫分佈。根據某些地質學者的觀察，沿着構造綫，有的地方發現有由於剝蝕作用突然下降至周圍龜裂鹽土區域的水平岩層，因而，只有沿着檉柳矮灌木鍊條及其周圍形成的丘卡拉克才有可能找到接觸綫（圖 19）。

由於這個地段十分典型，因而值得予以更詳細的描述。在第 19 圖上，可以明顯地看出，丘卡拉克鍊條位於和龜裂鹽土的淺灰色景相截然分開的暗色範圍之內。這種暗色範圍是由小丘狀球果鹽地鈍鱗木和半灌木磯松屬一種（*Statice suffruticosa*）參與形成的。土壤是特有的松陷鹽土。有時可發現小塊駱駝刺（*Alhagi pseudalhagi*）。丘卡拉克有很大規模，其長由 15 至 35 公尺，寬 15 至 28 公尺，高達 6-9 公尺。在檉柳（*Tamarix hispida*）矮灌木附近形成的大丘卡拉克之間，可見到較小的丘卡拉克，大部由枸杞屬一種（*Lycium turcomanicum*）和白刺



圖 19. 在龜裂鹽土上構造接觸的地方檉柳矮灌木附近的小丘-丘卡拉克帶



(*Nitraria Schoberi*) 形成。有时，在球果鹽地鈍鱗木之間，特别是在它的东部，可以發現和整个暗色范围总的方向平行伸展的低地。在它們底部复盖着鹽結皮，而沿着邊緣發育着疏穗獐毛(*Aeluropus litoralis*) 和个别的鹼穗木屬一种(*Halostachys caspica*) 矮灌木。整个鹽土帶和周圍平原形成很大的对照。在后者中以紅蟲(*Hololachne songorica*) 和捷提尔(*Salsola gemmascens*) 羣落佔优势，完全沒有鹽生植物种。

在阿姆河左岸的沙漠中，也可看到丘卡拉克鍊条 標誌着斷層綫(圖20)。它們在航空像片上也很分明地表現为一些明显的直綫。这



圖 20. 沿着構造断裂綫分佈的檉柳矮灌木附近的小丘-丘卡拉克帶

些綫不只是由于丘卡拉克出現的（当然綫条中最显著部分是丘卡拉克），而且也由于在構造断裂上有十分稠密而茂盛的喜湿植物羣——蘆葦、球果鹽地鈍鱗木和其他种存在所致。在卡拉庫姆沙漠（希文水草田的南緣）中，測量丘卡拉克標誌的一條断裂綫上的各种植物的密度和大小后表明，这里在丘卡拉克之間的球果鹽地鈍鱗木植株間的平均距离为 0.6 公尺，离丘卡拉克綫条 100 公尺处，其距离达 2 公尺。在断裂綫上和断裂綫之外蘆葦分佈是十分稀疏的。它的高度有强烈变化；在断裂綫上，它的高度平均等于 1.26 公尺，在断裂綫之外，为 0.66 公尺。

在表土掩盖的構造断裂的影响下也可以产生羣落的綫形地段。我們在上文已經提到，在土庫曼西南的龟裂鹽土上，由于原岩中構造断裂的影响，在龟裂鹽土表面發育着鹽生植物羣地段，并且龟裂鹽土逐漸轉变为鹽土。在龟裂鹽土表面的这些鹽土地段經常有几乎成直条的

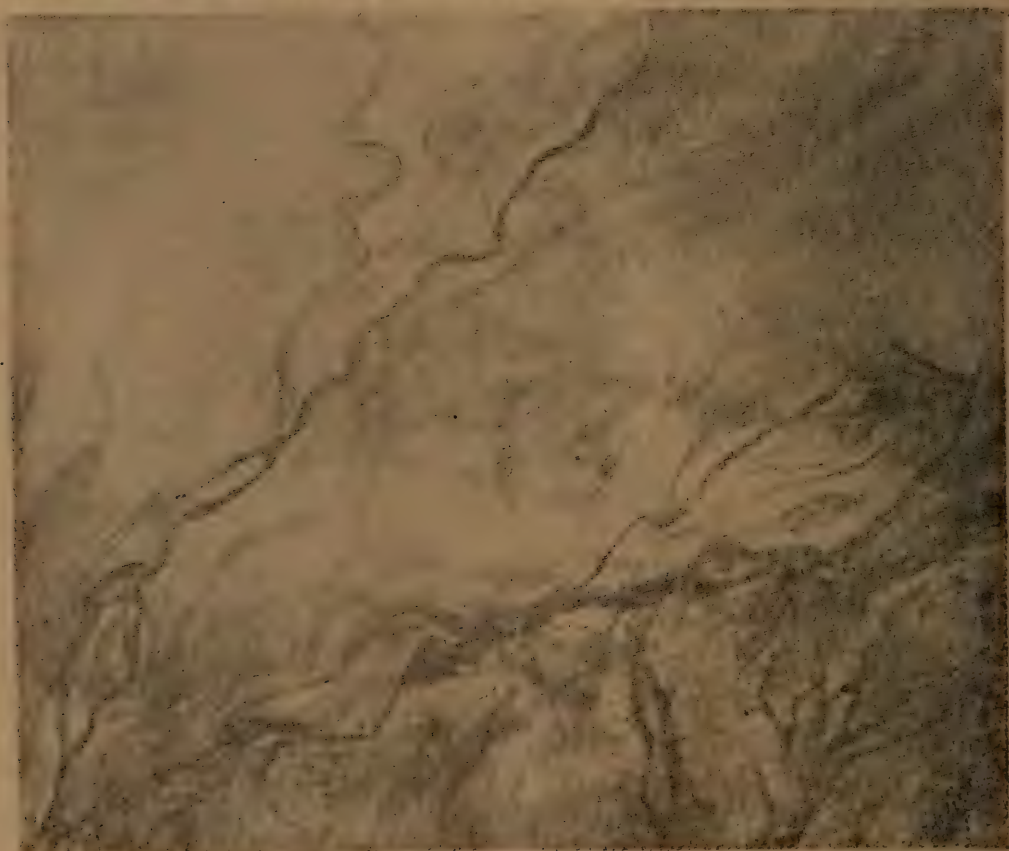


圖 21. 龟裂鹽土上的鹽土帶



帶狀外形，其中顯然它們和原岩中的斷裂綫有關（圖 21）。

地理學家和地質學家屢次注意到某些喜濕植物羣落的綫形分佈地段以及它與地區地質構造的联系。如亞申(1940)指出“在恰格頓高原的陡峭懸崖上，距谷緣地 15—20 公尺處，往往構成台階，為水生植物羣所掩蓋，其中有 *Helosciaris palustris*，拂子茅(*Calamagrostis epigeios*)，甚至有綠色的蘆葦(*Phragmites communis*)叢。這丰满的植物羣帶在整個夏季都是鮮艷的，這和由陸相漸新世圖爾蓋岩系的底部流出的地下水有關，並且它往往位於舊第三紀頁岩的完全裸露的荒蕪的懸崖上”(12 頁)。他也曾簡單地指出了小丘型的丘卡拉克和構造斷裂綫的关系。晉斯-利托夫斯基(1939)也曾指出過這點。C. A. 古什納爾(1939)描述，在克茲爾庫姆的門布拉克盆地中，丘卡拉克綫條分佈在白堊沉積層和古新世頁岩的接觸綫上，上升地下水由此流出。不過須指出這裡沒有構造斷裂現象。

研究者們不只注意了羣落地段的綫條狀的外形，而且还注意了不同羣落間的直綫的界綫。在 A. A. 尼岑科(1948)的著作中曾指出，直綫形和截然分明的界綫一般不是植物羣落經常有的，如果看到這些現象，那末它們常常是和母岩突然更替有联系，並且指出這是特有的某種接觸綫。

植株分佈。為了研究植物植株的分佈，我們應用了編制分佈圖的方法，以後，E. A. 沃斯托科娃(1952)也曾利用它來研究芨芨草叢<sup>①</sup>。

在擬定這個方法時，須要解決的首要問題（雖然只要局部的加以解決）是在多少相似的生長地內種的分佈經常達到怎樣的程度。為此，應當研究距離較遠但生態相似的一些地段的某植物種是怎樣分佈的。我們選擇紅蟲(*Hololachne songorica*)灌木作為該項研究的對象。曾於 1946 年在克茲爾庫姆沙漠中對這灌木分佈進行過研究。在克茲爾庫姆，紅蟲主要沿着古湖盆地外緣分佈，在這裡構成十分稠密而郁閉的灌木叢，它佔有廣大的面積。為了研究該種的分佈，曾選定三個盆地——門布拉克、札拉庫杜克（比謝克特）和烏宗庫杜克作為試驗

① 較早，多赫曼曾親自和他的學生為了另一目的應用了這個方法研究草本的草原羣落。

地。

A. A. 雅姆諾夫和我們于 1946 年共同考察过門布拉克盆地，他在这盆地中分出了三級阶地，紅蝨灌木叢生長在第二級阶地上，这級阶地是由綠灰色、粘結、湿潤和油質的頁岩組成，它为厚 0.5 公尺的疏松洪积复盖層所掩盖。这里地下水深 60 至 70 公分，其中氯化物的含量由 4420 至 2640 毫克/升  $\text{Cl}$ ，硫酸鹽含量  $\text{SO}_4^{2-}$  由 80 至 120 毫克/升，干殘余物由 5000 至 7820 毫克/升。在紅蝨灌木叢佔有的阶地之上为第三級阶地，它是最老的阶地，为灌木豬毛菜 (*Salsola arbuscula*) 黑瑣瑣 (*Haloxylon aphyllum*) 和各种灌木黃耆的綜合体所佔有。位于第二級阶地之下，接近盆地中央的裸露鹽土为最年幼的阶地，它为檉柳 (*Tamarix*) 和球果地地鈍鱗木 (*Halocnemum strobilaceum*) 灌木叢所佔有。

在紅蝨灌木叢中，几乎沒有發現其他的种，只偶尔見到下列植物：多毛豬毛菜 (*Salsola lanata*)——分散，节节木屬一种 (*Halimocnemis sclerosperma*)——分散，灌木豬毛菜 (*Salsola arbuscula*)——稀少，硬豬毛菜 (*S. rigida*)——稀少，磯松屬一种 (*Statice suffruticosa*)——稀少。

在札拉庫杜克盆地中，也可看出有几級阶地，局部为殘丘所分割。在某一殘丘上，由地表至 60 公分深处，可找到圓卵石的碎石的洪积复盖層；其下为灰黄色含石膏的致实的頁岩，垫在含有十分厚的綠色砂夾層的杂色（由灰黄色至綠色）粘結頁岩之上。沿着盆地底部，也可找到綠色頁岩。地下水的矿化度可由下列指标說明：氯化物——1120 至 2250 毫克/升；硫酸鹽——580 至 840 毫克/升；干殘余物——2830 至 5590 毫克/升。

紅蝨灌木叢分佈在中級阶段上，在这里附近流出十分强大的泉水。除了該种構成灌木叢以外，其中明显的只有一些高的短命植物的孤独植株。

烏宗庫杜克盆地和上述盆地相似。盆地中央地下水很深，但是在盆地外緣，地下水接近地表，并且强烈鹽漬化（未进行氯化物和硫酸鹽的定量測定，由定性方法發現有大量  $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ）。沿着盆地外緣



發現有層狀含鹽的灰綠色頁岩和含石膏的泥質砂層的露頭。

紅蟲灌木叢就是沿着盆地外緣發育着的。

容易看出，無論按照現代生態條件或按照發育史，分佈在這里生長地上的紅蟲灌木叢在頗大程度上都很相似。這是由於廣大盆地（可能是湖成盆地）的這些階地都有下列三種情況：由含鹽頁岩組成；各處地下水接近地表；強烈礦化（它們主要含氯化物）。

總之，在這三種相似的地段中，曾經在紅蟲灌木叢中進行過大量的測量。測量是用多赫曼提出的上述方法進行的。

每一地段進行 200 至 400 次測量。按照等級區分測量值；等級間隔為 2.5 公尺（所以選這種間隔是因為它是利用航空像片進行工作的最小測量值）。屬於每一等級的測量數以占該地段測量總數的百分比表示。根據這些資料構成 22 圖上的圖解。很明顯，顯示三個地段植物分佈的圖解大体很相似。而且可以看出門布拉克的曲線的高峯比其他二個地段表現更明顯。這顯然和這里有大量泉水的湧出（“門布拉克”

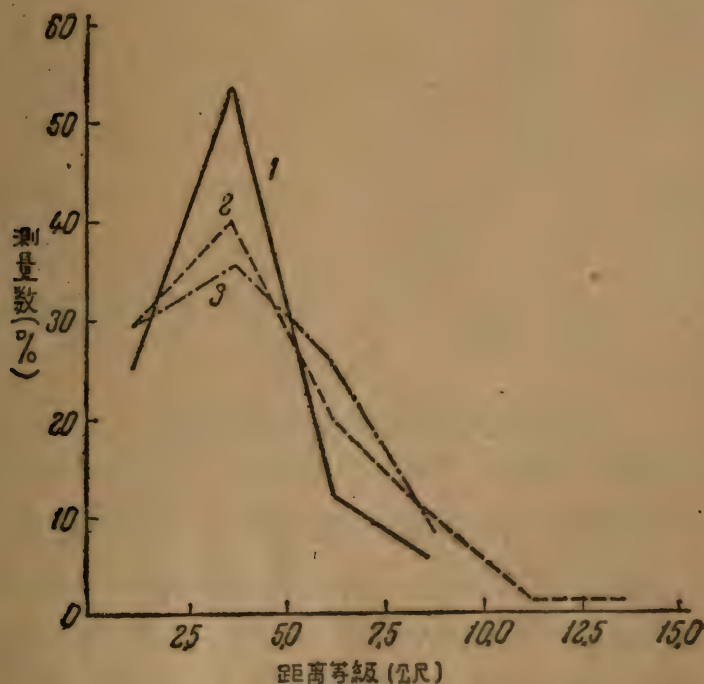


圖 22. 在克茲爾庫姆紅蟲 (*Hololachna songorica*) 的分佈  
1—在門布拉克盆地；2—在札拉庫杜克盆地；3—在烏宗庫杜克盆地

乃千泉之意) 有关, 因此形成更有利的湿润条件, 所以灌木叢較密, 曲綫更加突起。这种情况已表明, 分析分佈圖解可以作为鑑定湿润条件的資料。

在强烈矿化的水接近地表的情况下檉柳分佈的圖解, 是相似的生态环境的种分佈圖解的明显例子 (圖 23)。

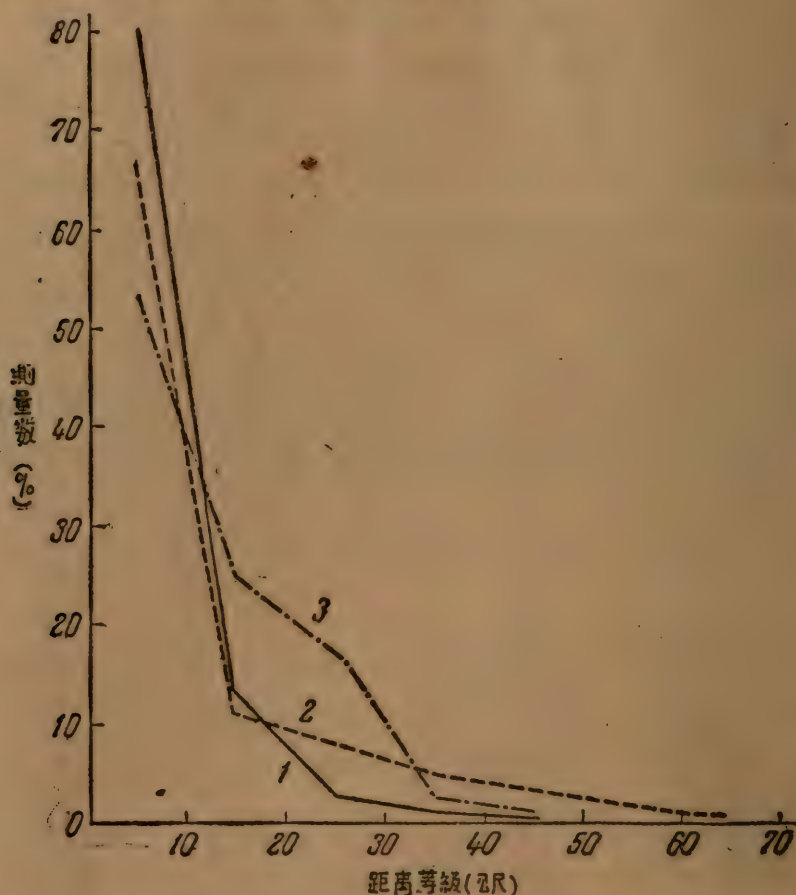


圖 28. 郁閉灌木叢中檉柳的分佈

1—在詹格尔达泉地区; 2—在圖茲科依山区; 3—在苏尔坦桑札尔湖区

当比較由不同类型的生長地構成的种的分佈圖解时, 可以从圖中看出有規律的差異情况。例如, 分佈曲綫和湿润条件的关系可以由对骆驼刺的觀察來說明。在圖尔特庫尔地区的半月形砂丘和龟裂鹽土的阿姆河沿岸的綜合体中, 我們曾研究过骆驼刺的分佈和底土湿润条件的关系。这里, 按照持水性的程度可分为三种生長地类型:

1. 新月砂丘間低地, 墊在不深的頁岩層之上。有的地方砂被吹



揚，頁岩層露出地面，呈平坦小丘狀，上面有龟裂狀的表面，由粉紅色薄層頁岩組成，或者露出的頁岩呈不大龟裂狀斑點，為砂半掩。

在頁岩層上之砂往往充滿了水（特別是在巨大新月砂丘腳下）。例如在被細土膠結的砂粒膨起的結皮之下的一塊低地中，挖出的剖面，觀察其中深 75 公分處為黃灰色云母砂，以下過渡為暗灰色流砂，它為迅速充滿淺井的水所浸潤；水位深度為 95—100 公分。這裡植被由稠密茂盛的駱駝刺灌木叢所構成，其中沒有其他種。

2. 有不厚頁岩夾層或者沒有此層的新月砂丘間低地。在這低地中砂層的結構可根據下列一個剖面來說明：

第Ⅰ層	0—0.5 公分	白色鹽斑的層狀砂結皮，容易 與基質區分
第Ⅱ層	0.5—3 公分	灰黃色無結構的云母砂
第Ⅲ層	3—10 公分	塊狀薄層暗褐色砂質粘壤土
第Ⅳ層	10—30 公分	濕潤、粘結、灰色的粘壤土， 其中有褐色的根的殘留物
第Ⅴ層	30—60 公分	濕潤、粘結、黃褐色的頁岩， 有的地方有淺紅色漏痕
第Ⅵ層	60—100 公分	黃灰色新的干燥云母砂

剖面表明，不厚的和面積不大的扁平體狀頁岩不能構成水大量儲積的條件，但是終究可促使一些水份聚集。因此，構成這裡植被的駱駝刺沒有像上述地段那樣密，而是比較稀疏。

3. 新月砂丘，由灰色云母砂組成，手摸時感覺十分干燥，深 0.3—0.5 公尺處砂較新而冷，但是水份沒有顯著增加。在新月砂丘表面可以看到大的（面積達 1 平方公尺）三芒草 (*Aristida* sp.) 類羣、較少的大圓花壇狀的駱駝蓬 (*Peganum Harmala*) 和駱駝刺矮灌木類羣。

24 圖上表示上述三種生長地的駱駝刺分佈曲綫。這裡曲綫的差異十分明顯。清楚地表示出了：隨着地下水深度的增加，曲綫的高峯愈向右移。而且曲綫的一般性質也發生了變化——當地下水位很深時，曲綫延伸很遠，表現距離等級的范疇也就愈大，這亦即表明植株分佈是稀疏的。

这样，由上面分析的例子可以推断：(1)在相似的条件 下，种的植株的分佈有相似的形式；(2)在相互不同的条件下，种的植株分佈是不同的；而且可以找出分佈曲綫的变化和生态条件首先和水文地質条件变化的有規律的关系来。

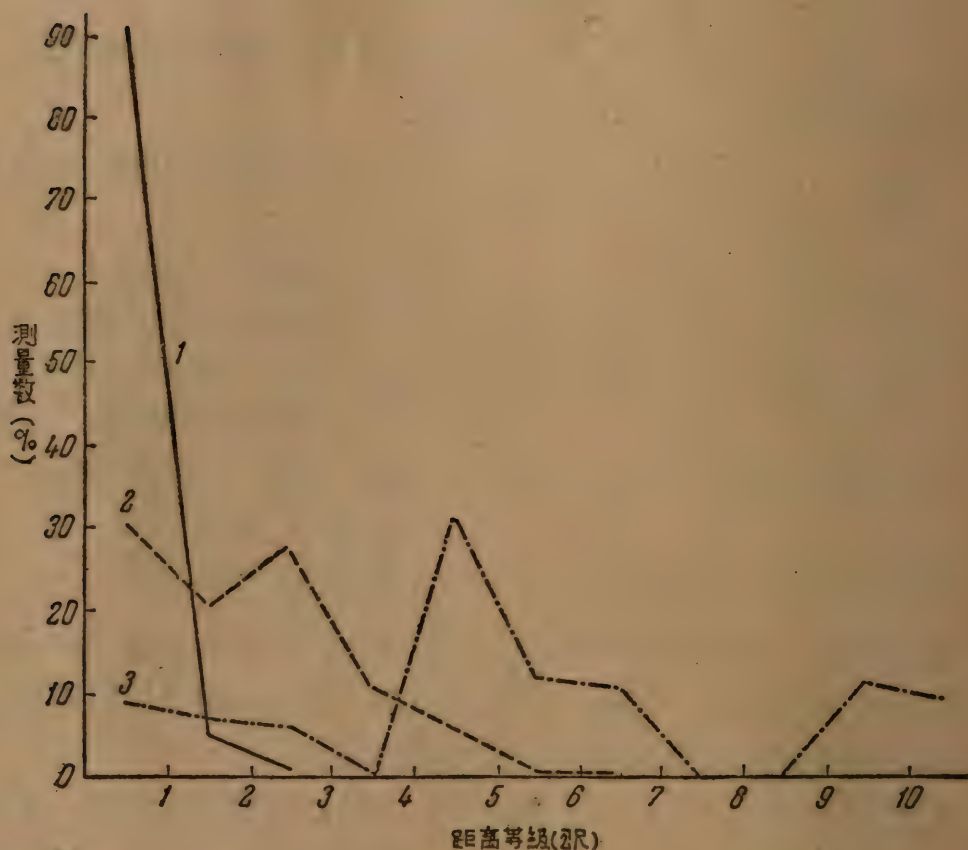


圖 24. 在不同生長地駱駝刺的分佈

1—在地下水接近地表的地段；2—在中度濕潤的砂土層上；3—在新月砂丘上

由此可以得出下列結論：分佈曲綫乃是表征植被結構的良好標誌。这种曲綫可以作为判断地質条件特别是底土濕潤条件的一种工具。

利用分佈曲綫的方法对解决根据航空像片構成这种曲綫的可能性



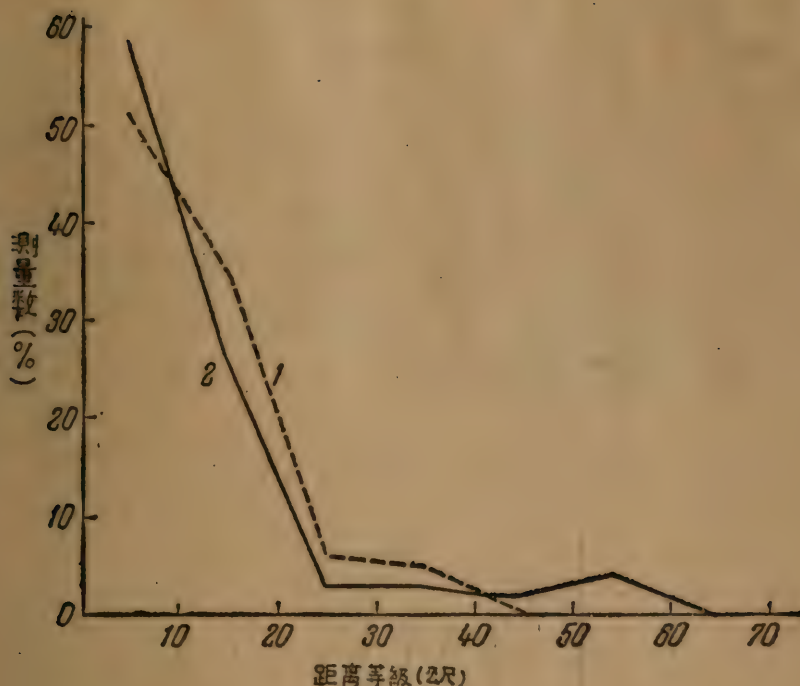


圖 25. 在 № 1 地段(圖尔特庫尔地区)檉柳的分佈  
1—在地面上; 2—在航空像片上

問題有很大的意义。如果証明是可能的話，那么，分佈曲綫將是水文地質判讀的一种重要標誌。

我們在沙漠中曾以灌木型来研究过这种可能性。在克茲尔庫姆西南部，我們曾选定了兩個檉柳灌木叢地段。一个地段为稠密的檉柳灌木叢，那里植物相当接近，局部甚至是密閉的。在另一地段散佈着孤立但較大而明显的矮灌木，它分佈在各个的堆积的小丘——丘卡拉克上。在每一地段上进行过100—200次測量，根据这些資料繪成了分佈曲綫。然

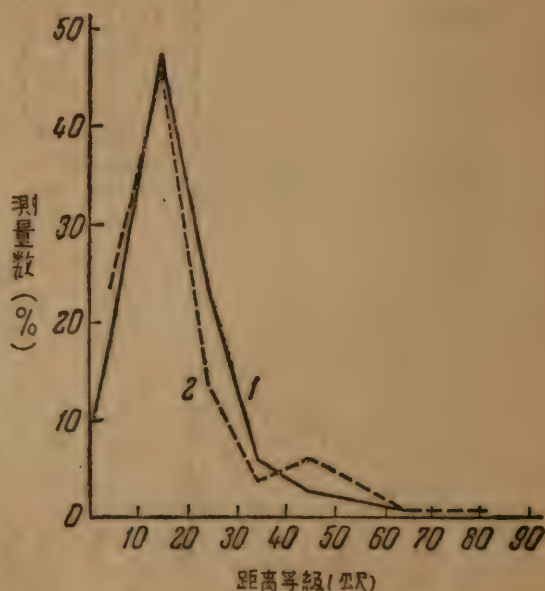


圖 26. 在克茲尔庫姆的 № 2 地段 (在圖茲科依山之南) 檉柳的分佈  
1—在地面上; 2—在航空像片上

后在同一些地段的 1:22000 比例尺的航空像片上, 按照地面条件的相同顺序进行测量, 并且也作成分佈曲綫。根据地面和航空像片测量構成的曲綫表示在 25 圖和 26 圖中, 將它們加以对比。曲綫的相合情况極令人滿意。不过也有某些不同, 即虽然根据航空像片構成的曲綫与由地面观察構成的曲綫的外形是重复的, 但是前者仍比后者要低些。可能这是由于在像片上测量时, 最小矮灌木的某些部分在像片上是空白的, 所以求得的结果比直接在地面测量的结果稍为低一些。

繪制曲綫用的資料列于表 11 中。

表 11

作圖方法	№ 1 地 段							
	距 离 等 級 (公尺)							
	0—10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60	60.1—70	70.1—80
	檉柳矮灌木的数目(%)							
在地面上	52	36	6	5	1	—	—	—
在航空像片上	58	25	4	4	3	5	1	—

作圖方法	№ 2 地 段								
	距 离 等 級 (公尺)								
	0—10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60	60.1—70	70.1—80	80.1—90
	檉柳矮灌木数目(%)								
在地面上	19	48	21	6	3	2	1	—	—
在航空像片上	23	47	14	4	6	3	1	1	1



在土尔克斯坦山脈（安迪根套山），我們曾經对在不同岩層上檜屬分佈的性質进行过观察。而且在坡向和坡度相似条件下作了在石灰岩和片岩上該种分佈的曲綫，發現这些圖解有显著的不同。在奇利-烏斯通山（在费尔干納）对这两类岩石（由航空像片）进行过同样的測量，証实这里在石灰岩上黃連木分佈很密，而在片岩上只見到一些很稀少孤独的黃連木植株（圖 27）。同时，分佈区的百分比亦即种在某种岩層上占有的平均面积的計算得出的結果很相似。显然，在种的分佈曲綫和分佈区百分比之間存在着某种依存关系。

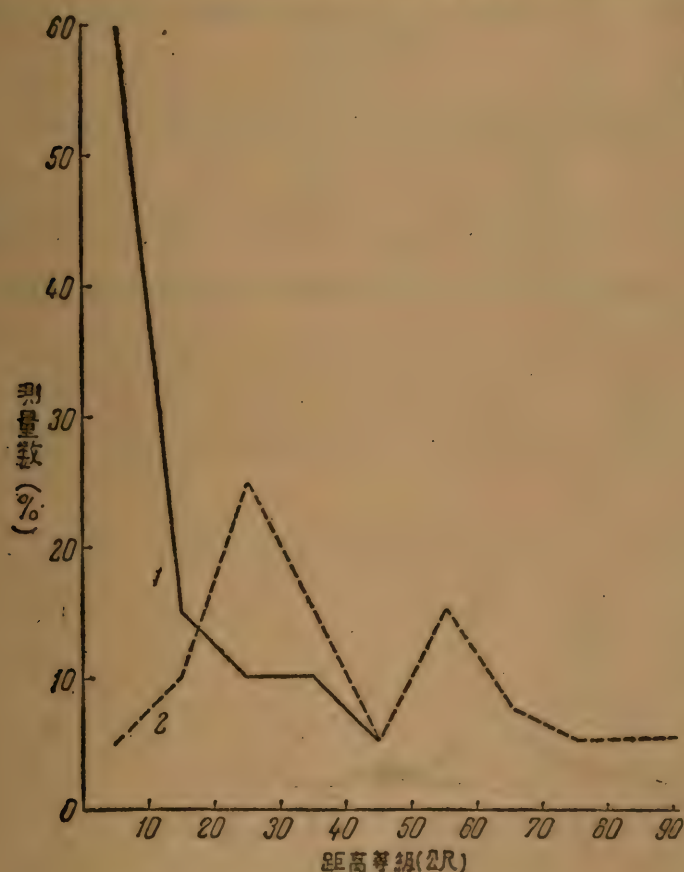


圖 27. 在航空像片上黃連木的分佈  
1—在石灰岩上；2—在砂質片岩上

这样，不只是可以看出定植物种分佈和底土湿润因素的关系，而且可以看出它和母岩岩石性質的关系。

我們对分佈圖解的結構及其在判讀时的指示作用的敘述的結果大

体就是这样。可以断言，这个问题经过恰当的研究后，分佈曲线可以作为借助植物羣进行地质和水文地质判读的十分重要的工具，因为利用这个方法分析航空像片的可能性是十分明显的。

在阿姆河和锡尔河古代和现代冲积平原的范围内研究黑琐琐的分佈是运用种的分佈图解来阐明岩石条件的一个实际例子。还在 1946—1947 年，当初次考察这些河流现代冲积平原上的黑琐琐时就已看到，在各个具体地段所有黑琐琐分佈可并为两大天然类型，一种类型以黑琐琐相当分散为其特征，另一类型以十分稠密为其特征。这决不是由于人类活动的影响，因为在研究地段没有发现人类活动的遗迹。在单一而平坦的冲积平原的地形下，虽然好像有某种相当明显和一般的自然规律作为黑琐琐这种稠密和分散的有规律更替的根据，但这种现象长久没有得到说明。这特别表现在阿姆河（图尔特库尔地区）和锡尔河（列宁纳巴德地区和阿克别尔山）现代冲积平原上，黑琐琐平均分佈很相似，并且上述分佈类型在其中間表现也很明显（图 28 和 29）。

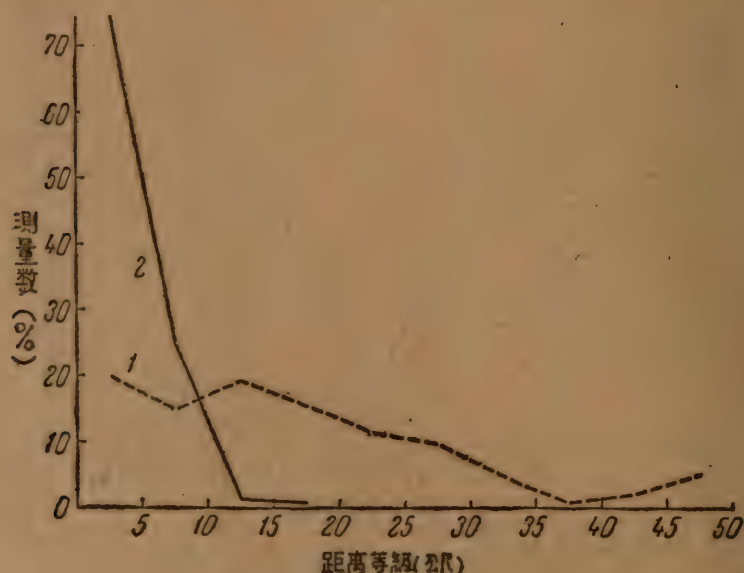


圖 28. 在克茲尔庫姆的阿姆河沿岸部分黑琐琐的分佈  
1—在分散的黑琐琐林中；2—在稠密的黑琐琐林中

如果有可能对比黑琐琐分佈性質和古冲积沉积層的結構，則在阿姆河现代三角洲和薩雷卡麦什盆地之間的庫亞达尔英古冲积平原上进



行調查時就能找到這種現象的原因。為此，必須在系列鑽孔的附近，測量黑瑣瑣的分佈和作出分佈圖解。研究的結果現簡述于下。

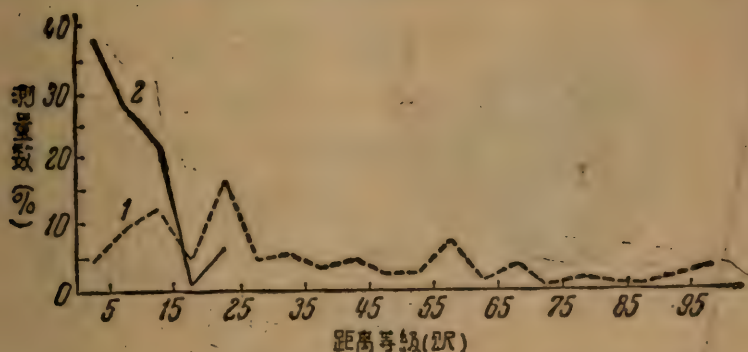


圖 29 在錫河河谷（南費爾干納）中黑瑣瑣的分佈  
1—在分散的黑瑣瑣林中；2—在稠密的黑瑣瑣林中

按照岩層的岩石成分，古沖積沉積是非常複雜的。在 10—15 公尺範圍內，這裡可分出 17 個不同的層次，時而是粘土，時而是粘壤土，時而是砂壤土，時而是砂土。按照岩層走向，所有這些層次保持是很不完整的，並且具有扁平體狀和夾層的性質。而且扁平體狀的砂和砂壤土常常含有水，並在任何情況下，它比粘土層給植物以更有利的濕潤條件。

黑瑣瑣的密度和古沖積沉積層的這種岩石複雜性有着緊密的聯繫。在古沖積層剖面中，凡是以砂土和砂壤土占優勢的地方，黑瑣瑣很密集；而在以粘土和粘壤土占優勢地方，黑瑣瑣則很分散。

這種有規律的情況在借助鑽探勘查了古沖積沉積層結構的許多地段已得到了証實。在圖的左部，有突出的高峯，當轉到大的距離等級時便迅速下降，這樣圖解可作為砂土占優勢地段的特徵（圖 30）。而高峯表現不明顯并向右移的伸延式的圖解（圖 31）可作為粘壤土和粘土占優勢地段的特徵（在這些圖中列出了鑽孔中的機械成分對比圖，而前面的圖解就是在這些鑽孔附近得出的）。確定這種依存關係也就說明了在現代沖積沉積層上存在着黑瑣瑣分佈的兩種類型。

由此可見，在古沖積沉積層上黑瑣瑣分佈的圖解具有很明顯而易了解及容易確定的（甚至根據航空像片）標誌的性質。借助這樣的標

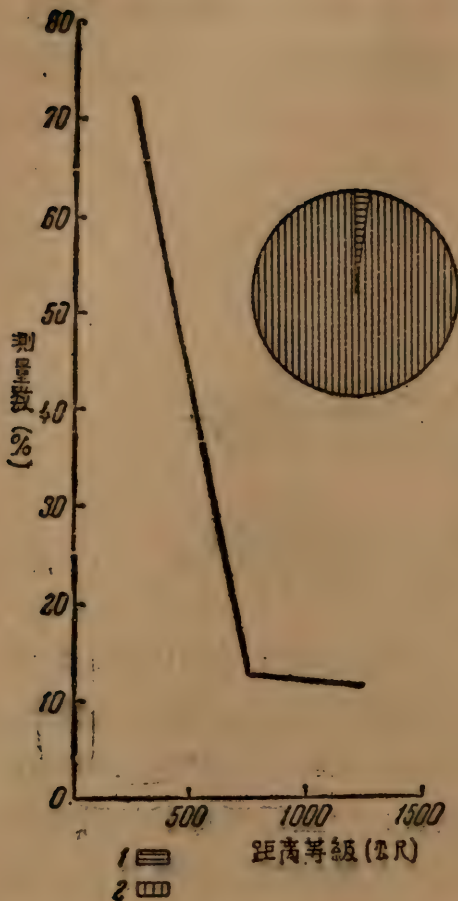


圖 30 在砂土占优势的庫亞河平原地段上黑斑点的分佈  
1—粘壤土；2—砂和砂壤土

誌，利用相当稀少的鑽孔網就可以得出調查区域岩石某种机械成分占优势的概念。这种方法已获得某种实际的应用，特别是由于不只是由地面测量，而且由航空像片的测量也可構成分佈圖解，这在前面已經指出过了。

現在轉而来分析在不同生長地上引起形成同一植物种的不同分佈圖解的原因，可以推断，底土湿润（就該字广义来解釋）条件是这里基本的因素。它們影响种的植株間距离，并决定根系的形态外形。这些概念在柏依迭曼(1934)的半沙漠植物根系的概論中表达得特別明显，他說过，如果植物不能利用地下水作为水份的經常来源，那末它为了很好地获得雨水和露水，会將它的根系广泛地扩展在地表附近。可見柏依迭曼十分令人滿意地解决了不同作者关于同一种的根在不同地点进入的深度的問題的矛盾。在

許多作者的著作中，可以找到描述根系有很大可塑性的資料。例如 A. H. 波諾馬列夫曾觀察黃苜蓿 (*Medicago falcata*) 在不同土壤上其根系有不同的类型（在碱土中，根長 75—90 公分，在黑鈣土中，長 110—198 公分）。根据他的觀察，在干燥地帶条件下，影响黃苜蓿根系总的外形最显著的基本因素是含水量。

在威維尔的著作（見克拉索夫卡雅，1927）中有在不同基質上根系变化的例子，那里援引过在当粘土过渡到砂土的情况下，*Kuhnia glutinosa* 的根系变化的略圖，其中表現根的分枝加强。在 И. В. 克拉索夫卡雅(1927)的論文集中，也援引过在不同基質上根系变化的情况（主要根据威維尔和肯农的觀察）；帶狀鬚芒草 (*Andropogon scopari-*



148) 在礫石層上根長 69 公分，在砂土中長達 240 公分；它的根系直徑在粘土上為 25 公分，在砂土上為 30 公分。至於一種 *Chrysoopsis* 的報導，在平原上它的根系達到 390 公分的深度，在砂岩的山地中共達 180 公分深，但它在這裡是成相當廣泛的水平分佈。

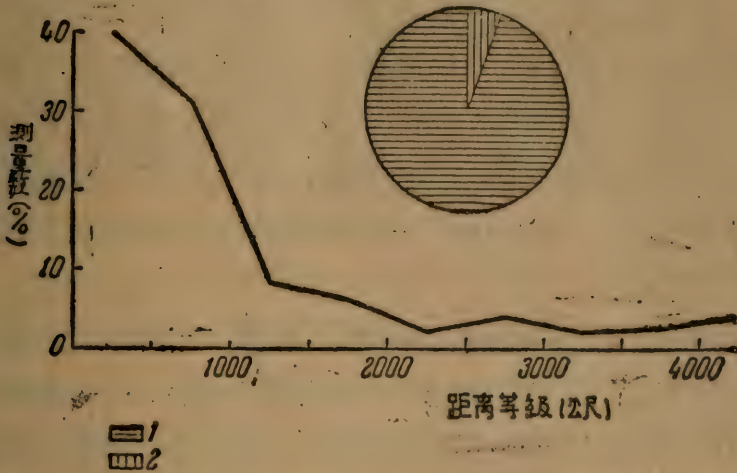


圖 31 在粘壤土占優勢的庫亞河平原地段黑瑣瑣的分佈  
1—粘壤土；2—砂和砂壤土

根據我們的意見，在這些現象中也應該找出在不同底土濕潤條件下分佈曲綫產生差異的原因。這一點大致可說明如下：

當地下水接近地表時，植物靠底土水份可保證它的水份供應並且根系主要沿着地下水面方向延伸，所以根圈的總直徑比較小，這為植物較緊密地分佈創造了有利的條件，因而分佈曲綫的高峯往左移至植株間距離小的區域內。在地下水埋藏很深的情況下，植物為了便於吸收雨水，不得不主要發育表面的根系，因而使根圈直徑增大並且妨礙植株緊密分佈，分佈曲綫高峯便移往植株間距離大的區域。

這圖式無疑是極粗糙並且暫時還只具有假說的性質。如果它正確的話，那末種的分佈曲綫首先是判斷水文地質條件的標誌。不過它間接也可以作為判斷岩石的標誌，因為不同岩層的透水性和持水性的差異無疑影響根系的形成，從而也影響植株的分佈。

利用分散系數分析不同岩層上植物分佈的差異的某些方法。求出分散系數對確定不同岩層或不同水文地質條件下種的分佈性質可能有一定輔助作用。例如，當研究檉柳矮灌木附近植物形成的小丘——丘

卡拉克时，曾遇到这样一些情况，有时，这些小丘在地表分佈多少是杂乱無章的，有时，它們是联在一起像鍊条和連鎖。这在本書中曾不止一次提到过。

在我的一本著作（維克托罗夫，1947<sup>3</sup>）中，曾發表过下列的見解：丘卡拉克分佈的第一种类型逐漸轉变为第二种类型。稍后的研究，我們否定了这个概念，指出联成为鍊条的丘卡拉克經常沿着構造断裂綫或者是沿着由于某种原因产生的具有承压性質的水的地帶形成的。而散佈沒有一定順序的丘卡拉克的产生可能和这种構造和水文地質現象沒有任何联系。可見联成为鍊条的丘卡拉克是闡明当地構造特征的特別重要的標誌。

不过这种联想不是經常容易察覺，它可能引起怀疑，在这些引起爭論的情况下，求出分散系数對我們的研究有着一定的帮助。分散系数接近时，可作为丘卡拉克分散多少均匀的標誌，而它的值大时，則表示它們比較密集，使我們要更加留心研究这个地段。在 32 和 33 圖中表示平原之間的兩個丘卡拉克地段，其中一个（圖 32）無論怎样也不能看到檉柳矮灌木联接成明显的鍊条的情况，而在另一丘卡拉克地段（圖 33）可以看出充分可以爭論的条帶，在 32 圖上的地段的分散系数为 1.8，而在 33 圖上地段的分散系数为 5.92。可見，在 33 圖上，丘卡拉克这种不明显和可爭論的联想成为鍊条的現象得到了数量上充分的証明。

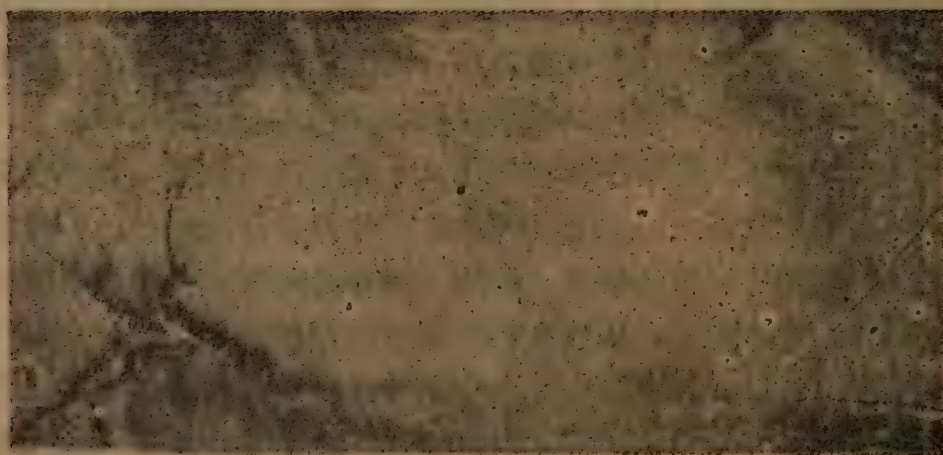


圖 32 檉柳矮灌木附近的小丘-丘卡拉克(不能联成明显的鍊条)





圖 33. 檉柳矮灌木附近的小丘-丘卡拉克(不明显条帶)

不过，直到現在，分散系数的計算很少应用于地指示植物的調查中。其原因在于選擇計算資料有着一定的困难，而且計算很麻煩。在沙漠和半沙漠条件下，常常有多度为 0 的情况，因为偶然选定的小区往往是在沒有植物复盖的地段。为了求出精确的代表分值的数字，不得不选定大量小区或增加每小区的面积，所有这一些自然会增加工作上的困难。此外，增大小区的面积会在它的範圍內增加条件不一致的可能性，并会歪曲工作的結果。

确定沙漠中乔木和灌木植物羣分佈的性質也有困难。在地面进行調查时植物分佈（特別是瑣瑣屬）好像是很單調(利普什茨, 1931)，但是在航空像片上数量的确定表明，实际上这里分佈的性質是强烈变化的。

沙漠植被的分散性自然暗示出下列意义：通过分隔該种植株間的空白間隔的大小来表示种分佈的性質。

直到現在，通过其間距离的大小作出的植物分佈的鑑定沒有找到和上述的分散系数公式有任何联系。所以如果不是不可能的話，根据斯維德別尔格(Сведберг)的公式，將这一或另一分散系数的計算值化为植物分佈有某种間隔的觀察概念是極困难的。

但是借助下列方程式（斯齐文斯和菲舍尔提出）能实现这样轉化：

$$\bar{c} = n \left( 1 - \frac{1}{n} \right)^s,$$

式中  $\bar{e}$ ——在种的偶然分佈情况下空白（即多度等于0）小区数，  
 $n$ ——划定小区总数， $S$ ——在所有研究小区中該种植株的数量。

为了要使种的植株分佈是偶然的，利用这个公式可以确定我們研究的小区應該有几个多度等于0。这种分散程度可称是正常的，因为它符合于正常分散。將空白小区实际观察值和理論計算值相比較也能發現它們之間是有差額的，因此我們可以肯定种的分佈并不是偶然的。而且如果空白小区实际观察值比理論計算值預計的数大，那末我們有理由称之为超正常分散，如果比較小，則为欠正常分散。

由此可見，实际的和正常的分散之差可作为和正常分佈偏差程度的某种近似的标誌，为了將分散系数联系到这一或另一种的植株間空白間隔的大小，應該确定在这系数数值不同的情况下的这种差額。

在12表中列举的資料，是按照斯維德別尔格公式求出的分散系数和根据斯齐文斯与菲舍尔方程式求出的分散指标（空白小区計算值和实际观察值之差）的近似比值。这些資料是在調查被蒿和豬毛菜羣聚（*Anabasis truncata*, *A. macroptera*, *Salsola gemmascens*, *S. rigida*, *S. montana*, *Artemisia herba alba*, *A. turanica* 和 *Helianthemum soongoricum*）. 占有的地段时得到的。

各个地段的植被大部分是由上列某一植物种構成的灌木叢，只有

表 12\*

$D_{sw}$	$D_{st}$	$D_{sw}$	$D_{st}$	$D_{sw}$	$D_{st}$
0.63	-7.69	0.92	-1.5	1.30	+3.7
0.69	-7.47	0.97	-0.5	1.52	+7.8
0.75	-5.7	0.98	-3.8	1.45	+9.1
0.76	-4.2	1.09	-1.5	1.93	+10.8
0.88	-3.8	1.17	+0.4	2.03	+8.3

\* 在本表和下列各表中，根据斯維德別尔格的公式， $D_{sw}$  表示分散系数，而  $D_{st}$  为空白小区計算值和实际观察值之差；当实际值比計算值小时，則以負号表示，大于計算值时，以正号表示。



在少数情况下是由两种構成的。在每一地段划分出 100 个小区，每个小区面积为 1 平方公尺。在小区上求出植株的株数，然后按照上列斯維德別尔格的公式算出分散系数并且求出空白小区的理論預計数目。將后者和空白小区实际观察数目比較，求出它們之差，这个差就表示和偶然分佈的偏差的程度。

在表12中，發現和上述数值的順序有显著偏差只有两种情况：一种情况，分散系数为0.81，相当于分散指标-0.2；另一种情况，分散系数为1.12，相当于分散指标-5。产生这些偏差的原因还没有弄清楚。

甚至由这样比較不大的比值都可以作出下列結論：在这两种数值之間，存在着一定的关系，这种关系大体由表 13 列举的数值可以表現出来。

表 13

$D_{sw}$	$D_{st}$
由 0.5 至 0.8	由-8 至-4
由 0.8 至 1.3	由-4 至+4
由 1.2 至 1.5	由+1 至+7
由 1.5 至 2	由+7 至+9

上述这两个数值的对比关系直到現在只在上述結構簡單的沙漠羣落中得到証实。所以表13只可以应用分析豬毛菜和蒿屬羣落中种的分佈。此外它証实上述两种指标的联系还只是一种經驗的联系，还不能确定它們理論上的关系。

在种的偶然分佈的情况下确定空白小区数目用的方程式，也可以用它来分析由某一植物种植株構成的灌木叢（單純灌木叢）的結構。这种羣落类型在中亞沙漠分佈很广[鹽土上的球果鹽地鈍鱗木 (*Haloxylon aegyptium*) 和其他豬毛菜羣体，龟裂鹽土上的黑瑣瑣羣体和系列其他类似的羣聚)。某一植物种構成的灌木叢的結構的特征在于分隔該种植株間的空間这里从文字上來說就是“空白”，亦即沒有植物

(其实,在几种的羣聚中的空間不会只有單純某一种,可能有其他的种)。所以如果我們确定,在某一植物种構成的任何灌木叢中在划分出的 100 小区中的一平方公尺的空白小区應該是(在偶然分佈的情况下) 68,那末植被掩盖的土壤應該等于 32,或者最低限度会接近这个数值。

因为有植物种生長的这些小区并不完全为它的植株所掩盖,所以如果要精确确定偶然分佈情况下的盖度(покрытие),則須將上述的差数乘以某一数值,这一数值是該种植物的植株掩盖一平方公尺小区的平均盖度。如果考虑到在猪毛菜和蒿屬的矮灌木的範圍內植物种都是一样的,則这样的数值可以十分容易地确定出来。这样,利用斯齐文斯和菲舍尔的公式,可以确定出土壤盖度的百分比應該是多少,在植物該种多度的情况下,种的分佈才可認為是偶然分散,由此,根据盖度的百分比,可以用目測来評定植株分散的情况。

在地指引植物調查时利用植被水平結構的標誌得出的某些一般結果,可概括为下列簡要結論:

- 1.不同羣落地段的外形,值得学者們从各方面加以注意,因为它常常反映不同岩層露头的外形和它們接触的走向以及構造断裂綫的分佈。

- 2.在沙漠和半沙漠地帶,植被的綜合体往往是由于区域的岩石不同所引起。所以綜合体的成因和結構的概念必須考虑到岩石因素的影响对其作某些校正。

- 3.羣落中不同种的植株的分佈,在頗大程度內决定于底土湿润的条件,所以分佈曲綫是表現直立植株密度的圖解,是根据植被評价水文地質条件的特有的輔助標誌。

- 4.羣落地段的外形和植株的分佈在系列情況下可以在航空像片上进行研究,所以它們是地質判讀时的重要輔助標誌。

- 5.应当注意确定不同岩層上同一植物种的分散系数和在航空攝影工作时利用这些標誌。



## 在不同岩石和水文地質条件下植物發育节奏的差異

在上列各节中，已經簡要分析过生态-外貌、种屬和結構的差異，它們都可以作为地指示植物調查时的標誌。不过在不同岩層上，植物發育的节奏應該不会完全一样，这是十分自然的。在水文地質条件不同特别是地下水埋藏深度不同的地段，这种差異具有更大的可能性。在大多数的工作中，特别是从事沙漠和半沙漠的調查工作中，指出过这些众所週知的事实。在地下水水位接近地表的地方，植物羣几乎整年特别是秋季始終是葱茂而綠油油的。不过，我們沒有發現有这样的⋯工作，即直接为了水文地質調查的任务进行植物物候狀況的觀察，但是这样的觀察是十分可能而且是很合适的。

为了說明这个情况，我們举出我們在南費尔干納觀察的記錄，根据当地地形圖，認為在这些地区沒有任何水的露头，所以可以把它看作是缺水高地石質沙漠。在土尔克斯坦山脉缺水的山麓处，我們曾屢次采用物候学性質的標誌来辨別接近地表的地下水。例如根据干谷(сай)中广泛分佈的彼罗夫斯基(*Pero vskia scrophulariaefolia*)的物候狀況，可以容易地分出接近地下水的干谷和干燥的干谷。在第一种情况下，彼罗夫斯基灌木叢不只是很密，而且它的植株的生活强度很高，而它們凋萎和干枯比其他地段的同种植物迟得多。因此，在这样一些冲溝中，这种彼罗夫斯基一直到晚秋仍保有美丽的暗藍紫色景相，以致在遙远的地方就可以辨出这样地段来。

在瀝青基質中也存在对植物發育的正常节奏的变化有某些影响。

沿着瀝青区的外緣，我們屢次看到系列物种有第二次开花的現象，但这并不經常出現。在西哈薩克斯坦，我們一部分人在九月末，一部分人在十月末考察了許多瀝青区，当时，整个草原已經变色成为一片褐色，只有蒿屬的綠色使草原稍为恢复了一点生气。而在瀝青区周圍的草原地带則为鮮艳的綠色，在死气沉沉的灰色瀝青区的周圍構成了葱翠的外緣。經确定，这里下列一些植物种具有第二次普遍开花的現象。

*Carex stenophylloides*

針茅(*Stipa capillata*)

画眉草(*Eragrostis pilosa*)

石竹屬一种(*Dianthus leptopetalus*)

委陵菜屬一种(*Potentilla opaciformis*)

麦瓶草屬一种(*Silene wolgensis*)

在整个区的瀝青層之間零星散佈着著叶燄菊(*Pyrethrum achilleifolium*)植株,它也开第二次花,仍照保有过去夏季第一次开花的所有標誌。

我們也确定了系列植物种能第二次生長,但沒有第二次开花的現象。属于这样的种計有西伯利亞冰草(*Agropyrum sibiricum*), 無芒雀麦(*Bromus inermis*), 針茅(*Stipa capillata*)和鳶尾屬一种(*Iris songorica*)。几年內曾遭受液体瀝青混合物掩盖的一种鹽漬土,其底土中瀝青含量达1.63%,在这种土壤上,也观察到磯松屬一种(*Statice caspia*)和 *Atropis distans* 有丰盛的第二次开花的現象。

G. C. 霍赫罗夫(1947)曾作过关于某一天然气井地区的系列乔木和灌木有第二次开花現象的报导,值得指出这和上述观察是有联系的。不过应当承認,关于植物發育节奏在地指示植物調查中的作用的知識是很有限的,并且直到現在这类標誌还没有实践的意义。

### 地質調查中利用地植物学法的經驗

在本章以前各节中,順序地分析了現在在地指示植物調查及水文指示植物調查中已經利用的一些植被的特征。这些特征是分別进行研究的,並沒有相互联系起来进行。不过在野外調查的实践中是不会把各种標誌孤立地来研究的。指示植物的調查首先是在当地植被和它的岩石与水文地質条件的相互关系的研究基础上进行綜合研究。因此,很自然,必須在共同和綜合研究的过程中来利用植被所有的特征。这个总的思想在中亞細亞不大的实际地区的調查簡报中已經預先說明了。

在这些地区中,有一个地区是位于费尔干納河谷边緣的南部山地中。其成土母質为錫尔河冲积層,古第四紀礫岩,新第三紀、旧第三



紀、白堊紀和侏羅紀各種含石膏和含鹽的頁岩、砂岩、礫岩及疏松的石灰岩，最后还有古生代的大理石化石灰岩和各种各样的片岩和火成岩。

在当地进行第一次踏勘性的路綫調查或航空觀察时，已經發現不同岩層上植被有很大的一般生态-外貌的差異。这些差異在下列圖式中可以表示出来：

植 物 羣 类 型	占 优 势 的 成 土 母 質
龟裂鹽土-砂土綜合沙漠	錫尔河冲积層
礫石沙漠	古第四紀礫岩及形成此种礫岩的礫石
石膏沙漠	侏羅紀、白堊紀和第三紀頁岩、砂岩和礫岩
山上喜干的灌木和乔木的羣社类型	古生代石灰岩、片岩和火成岩

这些植物羣类型在空間上按下列形式分佈。龟裂鹽土-砂土綜合沙漠沿着錫尔河谷占有相当大的面积，好像在植物羣社的生态行列中構成了第一級。在調查地区中，这种羣社的面积由于灌溉的影响而強烈縮小。沿着錫尔河谷的外緣，沿着山麓最低部分为礫石沙漠的範圍。因为由其上复的石膏層中冲来了大量石膏，因而使發育在古第四紀礫岩及形成此种礫岩的礫石上的这些礫石沙漠在很大程度上具有石膏-礫石沙漠的性質。

由第三紀、白堊紀和侏羅紀含石膏沉积組成的低山帶，位于距河谷更远的地方，它是石膏沙漠發育的区域。其中散佈着个別的古生代地塊（卡拉套山脈），按照景觀性質，它接近該生态行列的最后的第四級，即接近沿着由古生代沉积組成的高山麓和山脈北部斜坡發育的山上旱生植物羣社。

由此可見，当我們由錫尔河向山脈最高部分前进时，看到景观类型相互作用系列更替，每一景观类型位置稍高于前一景观类型。好像是气候条件的变化就是闡明这种景观更替現象的最容易的方法。不过，更詳細研究植被原来是另一回事。当詳細研究植物羣分佈时，上述高

“級”的景觀結構只適合最初理解的一般圖式。系列的現象破壞了它的正確性，這只可能由基質的特征——它的化學性質和岩石來說明。如，在礫石沙漠之間，我們可以發現喜石膏植物羣地段，它是由位于較高的山麓的石膏沙漠地區侵入到這裡的，正生長在沖至礫石中的石膏堆積上；在中生代岩層組成的山麓之間的古生代岩層的孤立露頭上，我們發現生長在山脈較高部分的古生代岩層上的植物。所有這些事實証實，高度以及和它相聯系的氣候條件的影響雖起作用，但不起主要的作用。只有從植物羣落的地質和土壤的關係現象出發，才能對植物羣分佈得出一個明確的概念。

如果列舉其中占優勢的基本生活型，則所謂植物羣類型的生態-外貌差異的性質那就更加明顯了。就古生代石灰岩和片岩而言，這裡有喬木[檜屬(*Juniperus* 各種，澳洲朴樹(*Celtis australis*)，忍冬(*Lonicera arborea*)，阿月渾子(*pistacia vera*)，灌木[有刺扁桃(*Amygdalus spinosissima*)，布哈扁桃(*A. bucharica*)，侏儒櫻桃(*Prunus prostrata*)，鼠李(*Rhamnus coriacea*)，針枝蓼屬兩種(*Atraphaxis pyrifolia*, *A. spinosa*)，忍冬屬一種(*Lonicera Altmanni*)，繡綫菊屬一種(*Spiraea pilosa*)，委陵菜屬一種(*Potentilla fruticosa*)，枸子屬一種(*Cotoneaster racemiflora*)，麻黃屬一種(*Ephedra equisetina*)和薔薇屬(*Rosa*)與小檗屬(*Berberis*)各種]，旱生禾本科植物[針茅屬(*Stipa*)各種，鴨嘴草蜀黍(*Andropogon ichaemum*)]和某些半灌木[蒿(*Artemisia sublessingiana*)和蒿屬另一種(*A. juncea*)]。在中生代和新生代含石膏和含鹽的沉積層上，占優勢的景觀種(ландшафтные виды)為半灌木多年生的鹽生植物和石膏植物，它們常常沒有葉片；屬於這類有：假木賊各種(*Anabasis truncata*, *A. gypsicola*, *A. hispidula*, *A. macrophylloides*)，列先格樟味藜(*Camphorosma Lessingii*)，捷提爾(*Salsola gemmascens*)，山地豬毛菜(*S. montana*)，硬豬毛菜(*S. rigida*)，土爾克斯坦檉柳(*Reaumuria turkestanica*)，半日花屬一種(*Helianthemum songoricum*)，旋花屬一種(*Convolvulus spinifer*)。蒿類為白木蒿(*Artemisia herba alba*)。應當指出占優勢的灌木有霸王屬一種(*Zygochloa eurypterum*)和有刺扁桃(*Amygdalus spinosissima*)，而一年



生豬毛菜之中有合花草屬一種(*Gamanthus gamocarpus*)。

在礫石沙漠範圍內，廣泛分佈着短命植物和類短命植物——雀麥屬(*Bromus*)，早熟禾屬(*Poa*)，婆婆納屬(*Veronica*) (*V. campylo-poda*)，花蔥屬(*Arnebia*)各種，*Schismus arabicus*, *outandia memphitica* 以及有刺墊褥狀類型(*Acanthophyllum* 屬各種和 *Tragacantha* 族的黃蓍)。彼羅夫斯基分佈也很廣泛，它是有濃密腺毛的植物。

在龜裂鹽土沙漠上，以不多汁的各種各樣一年生鹽生植物占優勢：節節鹽木屬各種(*Halimocnemis sclerosperma*, *H. villosa*, *H. mollissima*, *H. Karelini*)，肉質豬毛菜(*Salsola crassa*)，而球果鹽地鈍鱗木(*Halocnemum strobilaceum*)和鹽爪爪屬一種(*Kalidium caspicum*)的多漿類型比較稀少；也有一種木本類型——黑瑣瑣。

在夏季進行航空觀察時，植物羣類型外貌的差異表現特別明顯，這時，能很清楚地看到：在古生代地塊上喬木和灌木林的一片濃綠，石膏沙漠的假木賊、捷提爾和其他半灌木的綠灰色調，礫石沙漠的短命植物的褪色植被及沿着干谷有彼羅夫斯基灌木叢的特有的紫色斑點，在龜裂鹽土上豬毛菜屬(*Salsola*)和節節塊木屬(*Halimocnemis*)各種構成特殊的淡藍色景相，某些地方散滿淡綠的瑣瑣樹冠的斑點。

植物種屬的差異是所有外貌不同的基礎，這是十分自然的，但是對調查者來說，最重要最明顯的正是占優勢的生活型和景相的更替，所以這種性質的差異寧可稱之為生態-外貌差異。

不過，景觀更替有很大實踐的指示意義。根據地質學家在該地區系列實踐的看法，引起他們興趣的是在古生代地塊範圍內保留着，雖然是不大的中生代岩層的殘留物的地段的精確描繪。這些岩石由於風化發生強烈變化，並往往只看到面積很小的斑點，使制圖增加了困難。這裡，地植物觀察給了地質學家一些幫助。觀察不同喬木和灌木組成的古生代地塊的植被時，可以明顯看出在它們之間的個別地段沒有喬木-灌木植物羣，而出現了一種特有的灰綠色或棕綠色的石膏沙漠的景相。這些地段常位於斜坡的平緩鞍部或平的台面上，並且看來好像是某種特殊的“島”，它的外貌是古生代高原的十分奇異的景觀。實際上，這些“島”是石膏沙漠的片段。它們只在古生代地塊表面保留

有中生代石膏殘留物的地方形成。当風化破坏到完全不可認識的时候，只能沿着石膏植物的斑点才能發現它們。通过土尔克斯坦山脈的山麓的这样一个地段作下列剖面，可以使我們对石膏沙漠这些片段以及它們与古生代植物羣差異程度有一清楚的概念。

I——陡峭的石灰岩悬崖，其上發現有：

忍冬屬一种 (*Lonicera Altmanni*)——稀少 (sol.)

繡綫菊屬一种 (*Spiraea pilosa*)——稀少 (sol.)

鼠李 (*Rhamnus coriacea*)——稀少 (sol.)

麻黄屬一种 (*Ephedra equisetina*)——稀少 (sol.)

委陵菜屬一种 (*Potentilla fruticosa*)——稀少 (sol.)

檜屬 (*Juniperus sp.*)——孤独 (un).

II——寬广的阶地狀台阶，在灰色大理石化古生代石灰岩組成的山脈北坡的中部。在滿佈石灰岩碎石的較傾斜的地段，其下只看到个别石灰岩塊，那里發育着薔薇屬一种 (*Rosa Eckae*)——藍刺头屬一种 (*Echinops ritro*)——針茅屬一种 (*Stipa szowitsiana*) 社会，其組成如下：

薔薇屬一种 (*Rosa Eckae*)——集团分散 (sp. gr.)

彼罗夫斯基 (*Perovskia scrophulariaefolia*)——集团稀少 (sol. gr.)

針茅屬一种 (*Stipa Szowitsiana*)——丰盛 (cop.)

藍刺头屬一种 (*Echinops ritro*)——分散 (sp.)

旱雀麦 (*Bromus tectorum*)——分散 (sp.)

蒿 (*Artemisia sublessingiana*)——稀少 (sol.)

在石灰岩壁羣上發育着 忍冬屬 一种 (*Lonicera Altmanni*)——針茅屬 一种 (*Stipa Szowitsiana*) 社会，其中有：

忍冬屬 一种 (*Lonicera Altmanni*)——分散 (sp.)

繡綫菊屬 一种 (*Spiraea pilosa*)——稀少 (sol.)

侏儒櫻桃 (*Prunus prostrata*)——稀少 (sol.)

檜屬 一种 (*Juniperus seravschanica*)——孤独 (un)

針茅屬 一种 (*Stipa Szowitsiana*)——分散 (sp.)

III——上述阶地狀台阶上的石灰岩的陡峭悬崖。这里發育着繡綫



菊屬一種 (*Spiraea pilosa*) 社会, 其中有:

繡綫菊屬一種 (*Spiraea pilosa*)——分散 (sp.)

委陵菜屬一種 (*Potentilla fruticosa*)——稀少 (sol.)

忍冬屬一種 (*Lonicera Altmanni*)——稀少 (sol.)

侏儒櫻桃 (*Prunus prostrata*)——稀少 (sol.)

*Zihiphora clinopodioides*——稀少 (sol.)

瓦上松屬一種 (*Cotyledon Lievenii*)——稀少 (sol.)

石竹屬 (*Dianthus sp.*)——稀少 (rar.)

有时發現有旋花屬一種 (*Convolvulus spinifer*)。

IV——悬崖頂上滿佈石灰岩碎石的平的台面。如果移动碎石, 那末在它下面能發現粉紅色土層。在剖面中, 于不厚的 疏松的 細土之下, 發現有疏松和强烈風化破坏的粉紅色頁岩, 有时有石膏結晶的結核平的在台面上完全沒有沿着斜坡附近發育的灌木和禾本科植物, 并且它是石膏沙漠的典型种 [旋花屬一種 (*Convolvulus spinifer*) 半日花屬一種 (*Helianthemum soongoricum*), 兩种多度为“分散” (sp.)] 社会所占有; 个别發現有石竹屬 (*Dianthus sp.*) (干的), 并有兩株萎縮的鼠李 (*Rhamnus coriacea*) 矮灌木。

V——傾斜的石灰岩斜坡, 沿着斜坡發育着檜屬 (*Juniperus serevshanica*) ——繡綫菊 (*Spiraea pilosa*) 羣落。

在上述剖面中, 可以很明显地看到中生代岩層片段和周圍的古生代石灰岩景觀的差異。在另一这样地段, 在苏烏克坦加峡谷下游, 中生代岩層殘遺片段出現为石膏沙漠地段, 它位于侏儒櫻桃 (*Prunus prostrata*) 和繡綫菊屬一種 (*Spiraea pilosa*) 灌木叢复盖的石灰岩之中。在傾斜的斜坡, 沿着含石灰岩碎片的灰色粗骨土上, 發現有下列植物:

列先格樟味藜 (*Camphorosma Lessingii*)——集团分散 (sp. gr.)

合花草屬一種 (*Gamanthus gamocarpus*)——稀少 (sol.)

落叶松叶豬毛菜 (*Salsoa laricifolia*)——分散 (sp.)

小叶鹼蓬 (*Suaeda microphylla*)——集团分散 (sp. gr.)

节节鹽木屬 (*Halimocnemis Sp.*)——集团分散 (sp. gr.)

土尔克斯坦桤柳 (*Reaumuria turkestanica*)——分散 (sp.)

在碎石-細土复盖層之下的剖面中，發現有强烈風化破坏的含有石膏結晶的暗色粘土質頁岩殘留物。

根据石灰岩的乔木-灌木羣社之間的石膏沙漠的片段的分佈，可以十分精确地找出中生代岩層分佈的界綫，并且可以查出保留到現在的它們的殘留物。

由此可見，研究像石膏沙漠和山上乔木-灌木羣社这样大的植被混合类型的分佈可以实际应用于地質調查。

当中生代和新生代含石膏岩層由于風化表面發生强烈变化并为沙漠岩漆等掩蔽时，要辨別它們之中的不同岩系对地質学家來說是有一定困难的。这里，应用植物羣的觀察也可以成功地解决这种困难，不过，在这种情况下，不能只限于觀察植物羣性質的一般外貌，因为中生代和新生代各种岩系上的植被在外貌上是很相似的，并且屬於同一植物羣类型，即屬於石膏沙漠类型。所以要闡明代表这一或另一岩系的羣落和种，必須十分詳細地研究不同岩石上的植物羣。由于石膏沙漠中一种灌木叢的广汎分佈，因此，必須多进行植物种屬的觀察。結果，就能确定和一定岩層相联系的系列不同石膏沙漠羣落类型。这种联系的一部分資料列入 157 頁的圖式中。

觀察各个不占优势的甚至十分稀有的但和某种岩層有密切关系的种，对辨別各个岩層有很大用处。例如，磯松科中的大而很明显的植物——*Cephalorrhizum oopodum* 只生長在紅色白堊層上，可作为使它区别于侏罗紀沉积相似差異的輔助标誌。

觀察植物生活强度和發育节奏对研究綜合体起着一定作用。夏季，沿着斜坡觀察，屢次可以發現地下水埋藏不深的地方，并且在某些情況下，找到在圖上沒有标誌的泉水。在某些干谷中彼罗夫斯基 (*Perovskia scrophulariaefolia*) 和香青屬一种 (*Anaphalis leptophylla*) 有大量开花較迟的現象，这可作为冲溝冲积層中有水存在的間接标誌。最后，觀察植物羣落的綫形地段，屢次能有效地發現構造断裂綫和接触綫。例如，在一个广大丘陵平原上，發育着單調的蒿-羽茅碎石沙漠，这里，通过所有丘陵地点可以明显找出蘆葦、獐茅毛、濃密



石膏沙漠的羣落类型	岩 層
捷提尔 ( <i>Salsola gemmascens</i> )、假木賊屬一種 ( <i>Anabasis truncata</i> ) 和列先格樟味藜 ( <i>Camphorosma Lessingii</i> ) 占优势的羣落	暗色侏羅紀頁岩
合花草屬一種 ( <i>Gamanthus gamocarpus</i> ) 占优势羣落	旧第三紀綠色和黃褐色頁岩
土尔克斯坦檉柳 ( <i>Reaumuria turkestanica</i> ) 和豬毛菜兩種 ( <i>Salsola glauca</i> , <i>S. gemmascens</i> ) 占优势羣落	新第三紀淡黃色和粉紅色頁岩
旋花屬一種 ( <i>Convolvulus spinifer</i> ) 和半日花屬一種 ( <i>Helianthemum unsoongoricum</i> ) 占优势的羣落。	侏羅紀和白堊紀的砂岩和礫岩
霸王屬兩種 ( <i>Zygophyllum eurypterum</i> , <i>Z. macropterum</i> ) 土尔克斯坦檉柳、假木賊一種 ( <i>Anabasis macroptera</i> ) 紫羅蘭屬一種 ( <i>Matthiola fragrans</i> ) 占优势的羣落	石膏

未褪色的蒿 (同时周圍所有蒿已經变褐) 和伏枝冰草斑点構成的綫条。这条喜湿植物羣帶强烈受到了牲畜的踐踏，它沿着丘陵斜坡上升，越过了它們的頂部 (如蘆葦、獐茅毛、駱駝刺类羣和檉柳矮灌木分佈在最高点)，并下降于細谷中 [这里，在蘆葦之間出現丰富的甜茅屬一種 (*Glyceria aquatica*) 和婆婆納屬一種 (*Veronica anagallis*)，并且土壤变粘而湿润]，以后又重复上升次一斜坡。此帶好像分隔了整个丘陵平原，它標誌了侏羅紀和古生代沉积的接触，并且使我們相当精确地找出了这种接触綫。

也須提到，数量方法——分佈圖解結構和求分散系数对研究上述所有地区的植被有一定的輔助作用。这里，在安迪根套山塊，作出的石灰岩和片岩上檉屬分佈的圖解，發現該种沿着上述岩石分佈有很大的不同，这可以作为以航空像片判讀岩層时的輔助標誌。在第三章中曾援引下列資料：如何应用分散系数的計算来鑑定石膏沙漠的植物与

岩石的关系和闡明含石膏的中生代岩層的帶狀綜合体的性質。

我們分析了在上述地区所进行的工作，其目的是为了証明在同一地区的条件下，几乎可以把地指示植物調查的所有方法应用来解决地質測繪實踐中提出的系列任务。

### 对为地質和水文地質的目的組織地植物調查的某些意見

地質学和水文地質学中的地植物学法乃是这些科学特有的一种最新的方法。可以說現在还只是奠定了这个方法的基础和指出了应用这方法的道路，而要使此方法得到完滿的發展，尚需要作許多工作。

在拟定任何一种新的方法时，最基本的一个問題是实际应用它的方式問題。

在前章中，我們已經討論过这个方法在理論上的根据，有关这方面的文献作了某些論述，最后也闡明了我們自己亲身觀察的結果。不过我們对地指示植物調查和水文指示植物調查时的組織和野外方法的問題还没有解决，这些問題在本書中几乎完全没有涉及到。

我們不想在本書中編写这种調查的某种指南。但是我們認為，虽然在这本書中只是最簡要地叙述了在地質調查中地植物学家的工作可以采取怎样的形式，及进行这种工作可以用那些一般的方法，但是这仍是有价值的。

依照地指示植物調查或水文指示植物調查的目的，可以將这些工作的組織分为几种类型。

由組織观点出發，地植物踏勘是最簡單的一种，其目的在于利用地植物標誌不是完全为了制圖，而是为了在圖上固定地質学家注意的某些一定对象。这些对象可以是某种岩層的露头、地下水接近的地段、瀝青土的地段。因为在这种踏勘中普查工作很重要，所以可以把它称为“普查踏勘”（поисковая рекогносцировка）。上述在土尔克斯坦山脈的調查（在古生代石灰岩区之間普查中生代岩層的殘留物）可作为这样踏勘的例子；这种踏勘可以用来寻找瀝青土。我們也曾参加过目的是为了寻找地下水水位接近的地段的踏勘工作。組織这种踏勘也能用来寻找各种有用矿物。



重点作地植物圖是地指示植物調查的較复杂的一項工作。在进行这种工作时，地植物学家按照规定比例尺繪制地質学家指定的个别区域圖。这种制圖通常可以应用于被植物濃密掩盖并且沒有天然露头和地質界綫难以划分的地段。此外，也可应用于按照地質标志一般难于相互区分的沉积層。在我們工作中，这种重点制圖曾应用于西哈薩克斯坦的阿尔布和賽諾曼砂發育的区域。

最后，最复杂而且最重要的一种地指示植物調查的工作是：为編制岩石-地植物圖而进行的全面的地植物測量。只有在被植物濃密掩盖和天然露头很少以及沒有大量开荒面积的地区，才可以进行这样的工作。

进行上述三种工作时人員总额和人員是不同的。

普查地植物踏勘在具备独立交通工具情况下，可以由2—3人組織的不大的地植物队完成。重点地植物測量也在交通有保証的情况下可以由个别地植物学者（加上集体的协助）进行。全面的地指示植物（或水文指示植物）測量需要組織專門的地植物队，包括在地質考察队的組成中。在所有情况下，必須預先有挖掘淺井和进行其他工作的工作人員。

編制地指示植物圖式（如果为岩石，則为“岩石指示植物”圖式，如果为水文地質制圖則为“水文指示植物”圖式）是上列任何一种工作类型的基础。地指示植物圖式有特有的綜合圖表，其中标明了可以使我們辨別这一或另一岩層（或某种水文地質条件）的植被所有特征。其中不只是列举植物种屬标志（即生長在这一或另一岩層的植物种表），而且也列举植被的特征，如植被一般外貌，水平和垂直結構，景相明显的更替，特有的变型（肥大、矮小等）；总而言之，其中集中了可以有助指示調查的所有标志。

地指示植物圖式是編制工作的最后成果的圖說明根据。可以說，这些說明亦即是簡化和概括的地指示植物略圖式。

地指示植物圖式是在研究和比較标准地段（эталонный участок）的基础上編制的。标准地段是指某时期岩層的、或某种岩石类型的、或地下水某种埋藏深度的、或地下水某种化学变化的典型地段。这些

地段是根据地質学者意見挑选出来的。应当將反映地段的条件尽可能更精确地加以确定。所以如果挑选某时期的沉积的标准地段时，应当經過植物种屬的鑑定；如果選擇作为岩石式水文地質指示的目的的地段，那末母岩的岩石性質和水文地質条件应当經過坑探或鑽探以及以后样品的分析加以檢驗。

标准地段应当由各方面加以研究。研究它的植物种屬組成时，可借助划定系列詳細的小区，按照地植物記錄中采取的这一或另一方法加以描述。在綜合性的地段中，須在其上找出“关键”并作剖面。可借助編制分佈曲綫和求分散系数的方法来研究在外貌上某些重要种分佈的性質。当研究地下水埋藏的深度和化学变化的指示作用时，特別应采用这些方法。而且可以利用迅速而簡單的方法，所謂“空正方法”（способ пустых квадратов）来代替求分散系数的多度的繁重計算。这个方法是菲舍尔和斯齐文斯提出的，我們曾应用于沙漠羣落加以檢驗过。

描述几个标准地段（我們研究时的数目为5—10个）的同一指示对象（某时期的岩層、某岩石类型或底土湿润的某些条件）以后，將它們描述的資料加以比較，并确定指示該对象的地植物標誌的某些典型的組合。在最簡單的情况下，为种的某种組合，即某种种屬表。此时，在制圖的过程中，描述了我們尚不知道岩層性質的某地段植物羣以及將描述地段所得的結果制成种屬表和某种岩石类型的典型种屬表加以比較以后，如果确定這兩表有很大程度的相似性，則我們可正确地肯定我們研究該地段正是由这种岩石所組成。据我們所知，这种和典型表相比較的方法首先利用到地植物学中的是古依奧（Гюйо，1927），以后許多学者应用时則作了不同的修改。

十分明显，在地植物調查的过程中，由研究标准地段的結果構成的植被概念經常得到了补充和更加精确化。

不过，这样簡單的情况是極少的，几乎經常同时須利用植物种屬差異和系列結構的、生理的以及其他標誌。而不能找到明显的种屬差異也是極平常的情况，在这样情況下，必須利用根据分佈特征（以分佈曲綫表示）和不同种內变型等指示標誌，因此，如果領導地指示植





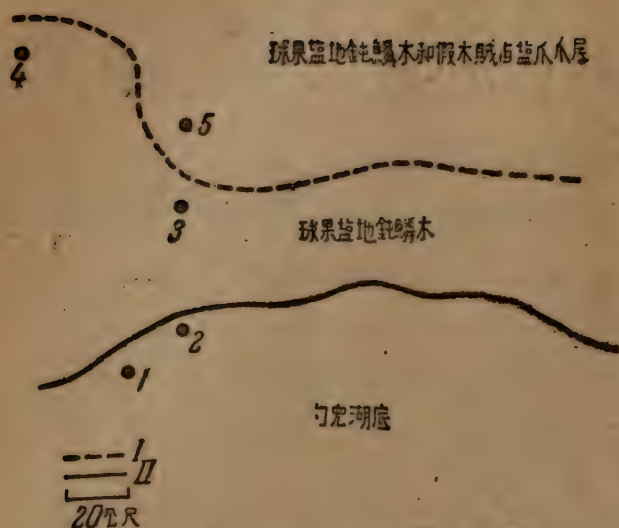


圖 35. 勺兒湖沿岸鑽孔分佈略圖

1—深 1.2 公尺处的有水鑽孔；2—深 1.5 公尺处的有水鑽孔；3—深 2.25 公尺处的有水鑽孔；4—深 1.95 公尺处的有水鑽孔；5—無水鑽（鑽到 5 公尺深）。

I—羣落界綫；II—勺兒湖岸

調協的現象，为了消除这种情况，应將所有地植物界綫稍沿斜坡往上移。在野外条件下此移动值必須用剖面来确定。

第二，如果地植物界綫在有些地点表現不明显，并且划界綫有困难，那末可以用下列方法确定界綫：在优势羣落相互更替地方之中选择和某种岩層有最紧密的关系的几个植物种（或如果制水文指示植物圖，則选择和某水文地質条件有最紧密关系的种）；在該地划一横断面，

每隔 100 公尺或 100 公尺以上（决定于測量的詳細程度）划定 1 至 100 平方公尺大小（决定于研究植物种的頻度和大小）的几个小区（5—10 个），求出在每小区上該种的多度。同时沿着横断面作当地的圖式剖面。嗣后，將沿着剖面求出种的多度結果繪在圖解上（我們認為利用繪在 34 圖上这种形式是方便的，在此圖上多度以粗綫条表示）。并且在这些种多度圖解表示突然折曲的地方划出在該地的界綫。这样求得的剖面某段的生态条件可以借助稀疏的鑽孔和淺井網加以鑑定。

在錫尔河工作时，利用这个方法划界綫获得了十分令人滿意的結果，这里，在划定的地植物界綫的範圍內利用淺井和鑽孔檢驗地下水情况証实了所作的預測是正确的。在恰格尔拉沙（烏斯秋尔特的北奇諾克陡峭悬崖附近）鹽土上工作时我們所作的預測也得到了証实；这里，根据求出的多度划出了純粹球果鹽地鈍鱗木灌木叢及混有假木賊和鹽爪爪屬的球果鹽地鈍鱗木林的界綫。判明这条界綫系由鹽土周圍盆地中上層滯水（即季节水）的分佈所决定，这一点已为鑽探所証实（圖 35）。



## 結 論

在下列簡要的總結中，我們力圖以扼要的形式說明這些基本原理，這些原理是由本著作敘述的資料當中按照我們的意見得出來的。

1. 在地質學和水文地質學中的地植物學法的實質在於利用植被組成、結構和發育節奏作為地質和水文地質調查時確定不同岩石（有時地層的）層次的界綫和尋找某些有用礦物（例如，瀝青、石油、鹽和不深的地下水等等）的輔助標誌。

把自然界看作是一個有聯系的統一的整體的概念是地植物學法的基础。此方法乃是反映在馬克思辯證法的基本原理中的極深刻的自然聯系的一種局部表現。

2. 地植物學法是由於地質調查實踐的需要而產生的。最初，它是作為便於地質學者在森林掩蓋地方沒有天然露頭地區和沙漠中工作的工具而產生的，以後它得到繼續發展則和地質學中應用航空測量和利用植物羣作為航空地質判讀的標誌有關。

應當承認，A. 卡爾賓斯基、П. А. 奧索斯科夫和 Н. К. 維索茨基是地質學中的地植物學法的創始人。在他們的著作中，首先提出了以植物羣作為地質調查的標誌的意義問題，並且指出了利用這種方法的具体途徑。地植物學法在水文地質學中的誕生可以追索到遠古的時候，應當承認維特魯維是它的創始人。

B. B. 多庫恰耶夫關於氣候、成土母質、土壤和植物界相互聯系的觀念是地植物學法在自然科學上的理論根據。此觀念經過地植物學法的創始人的實際觀察和推測後，給它打下了鞏固的科學基础，並且使這方法得到了進一步的發展。

B. B. 多庫恰耶夫的觀念在俄羅斯地理學家和自然科學家中間的傳播使地植物學法在地質學中的發展產生了極深刻而有顯著成效的影響。在許多地質學家和地植物學家（A. E. 費爾斯曼，M. И. 索科

洛夫，Д. Д. 切涅尔，Б. Н. 納斯列多夫，В. А. 普里克朗斯基，И. В. 拉林，Л. Н. 秋利納，Л. Е. 阿林斯，В. А. 克列尔和許多其他学者等等）的著作中，都注意到了这种方法。

許多地理学家和地植物学家沒有將植物羣与岩石和水文地質条件的联系問題提出作为自己的任务，但在他們的工作中充分反映了这种联系，根据他們的著作，現在已可以構成系列植物羣落与岩石和水文地質的关系圖式，因而就便利了地質学家和水文地質学家的工作。

3. 苏联各个不同部分——苔原帶、森林帶、森林草原帶、草原、半沙漠和沙漠以及山区等地的植物羣落与岩石和水文地質的关系現象已有所描述。

这些現象在地理上的分佈是很广泛的，并且也反映在各种不同專業的作者——地質学家、地理学家、地植物学家、部分甚至不是專門研究这些現象的学者的著作中，因而便使我們产生了下列一种觀念：这里存在着某种特有的規律，亦即存在着在岩石和水文地質因素影响下植被划分的規律。

这些規律基本上表現在气候条件多少相同的領域範圍內。因此，企圖預先找到“万能指示植物”亦即找出屬於任何条件下和任何帶內某种岩層所特有的植物羣落（或种）或植被的特征是不可能的。植物羣与岩石和水文地質条件的关系按照它自己的方式表現在每一个气候条件多少相同的地区，并且只能适应于我們可以研究这些現象的这些地区。

4. 地指示植物研究的基本对象是岩石区及其植被。复盖着植物羣的岩石区，常常是特有的或多或少的复杂体系。应当把各个地球化学景观看作是这体系的要素（地球化学景观这个术语是波雷諾夫确定的）。所以將岩石区的植被归結为某一羣落的企圖可以說只是一种極粗糙簡單的想法。

岩層区及其植被是处于經常共同發育和相互作用的状态。而且土壤形成过程是它們的基本过程，但是地形形成过程、地下水的分佈以及系列其他原因包括人类經濟活动使这过程大大复杂起来。

所以地指示植物調查的一个最重要及最首要的任务是确定代表某



岩層区的这种羣落行列。在岩石風化和成土过程中羣落的順序更替是这种羣落行列的基础。

5. 實質上，地指示植物調查的整个过程一般地說来乃是揭露这一或另一岩層（或在不同水文地質条件下）上植被差異的过程。在本書中我們利用作为地質指示標誌的差異的基本类型有下列几种：生态-外貌差異，植物种屬差異，生活强度差異，植被結構差異和發育节奏差異。

生态-外貌差異是不同岩層上植被差異的最显著类型。它們不只是地植物学家而且任何其他研究者都容易看得出来，因为像不同岩層上的乔木、草本和灌木植物羣的更替就是属于这种差異类型。这种差異在航空像片上反映得最为明显。

不同岩層上的植被种屬差異可以有不同的性質。有的是这种情况，即生長在不同岩層上的外貌相似的羣落（例如各种草原社会）是由不同种組成，而且种屬共同系数低。也有的是这种情况，即个别种或种內变型与某种岩層或地壳中某种物質有着紧密的关系。

在不同条件下，植物生活强度差異直到現在尚很少应用到水文地質的調查中。但是，必須注意，随着对構造断裂的地球化学現象的研究和水文地質調查的进行，它們是会得到广泛的应用的。

結構差異首先包括不同羣落的輪廓和外形中的特征，其次包括不同岩層上同一植物种分佈性質的差異。

这些差異需要广泛应用航空方法、研究航空像片以及进行大量測量和繼續作一些統計資料的計算来加以闡明。这些差異可以利用来編制水文地質圖（地下水埋藏深度及其矿化圖）、岩石圖和研究地区構造等等。

生理差異包括不同岩層上同一植物种發育节奏的差異。这类差異对判断底土湿润的条件有着特别重大的意义。不过現在对它們研究得尚很少。

6. 我們在中亞細亞进行地指示植物調查的实践中証明，地植物学法可以应用于下列地質和水文地質調查中。

(a) 編制岩石圖；

(6) 編制地下水埋藏深度和化学性質圖（在深度不超過 25 公尺的情況下）；

(в) 編制某种岩石分佈重点圖；

(г) 編制底土和土壤表層大量瀝青化地段的分佈圖式；

(д) 在圖上寻找和确定構造断裂綫。

(е) 寻找某些有用矿产。

到現在为止，編制岩石圖还不是地質測量工作的标准形式，因此編制这种圖时必须愈来愈扩大研究范围。在干燥区域进行土壤改良調查的專家指出，岩石圖乃是計劃土壤改良措施时一个必需的資料。

此外，根据地植物資料編制底土鹽漬化类型圖是十分可能的，但是这一工作直到現在还没有进行。

由此可見，地植物学法可以用来解决在一般地質和水文地質調查以及寻找有用矿物时許多有价值的問題。預計它的用途將會繼續扩大。



# 参 考 文 献

- А б о л и н Р. И. Некоторые данные о лесных и других растительных формациях Жигулевских гор Симбирской губ. «Лесной журн.», 1910, вып. 3.
- А б о л и н Р. И. От пустынных степей Прибалхашья до снежных вершин Хаитенгри. «Тр. Ин-та почвовед. и геобот. САГУ». Казахская сер., вып. 5. Л., 1930.
- А в д е е в В. Д. О происхождении растительности склонов в Ново-Шемшинском районе Татарской Республики. «Изв. геогр. об-ва», 1939, т. 71, № 3.
- А г е е н к о В. Отчет об исследованиях в Нижегородской губернии. «Тр. СПб. об-ва естествоиспыт.», т. 16, вып. 1, 1885.
- А л е х и н В. В. Комплексы и построение экологических рядов ассоциаций. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1923 — 1924, т. 32, вып. 1 — 2.
- А л ь б о в Н. М. Описание новых видов растений, найденных в Абхазии в 1889 — 1890 гг. «Тр. Одесского отдела Росс. об-ва садоводства», 1890.
- А л ь б о в Н. М. Отчет о ботанических исследованиях в Абхазии за 1890 год. «Зап. Кавказск. отд. Русск. геогр. об-ва», 1893а, кн. 15.
- А л ь б о в Н. М. Результаты ботанических исследований в Абхазии. «Тр. СПб. об-ва естествоиспыт.», 1893б, т. 13, отд. ботан.
- А л ь б о в Н. М. Наблюдения над флорой юрских известняков. «Зап. Кавказск. отд. Русск. геогр. об-ва», 1894, кн. 16.
- А н д р е е в В. Н. Подзолы тундр Северного края. «Природа», 1932, № 10.
- А н д р е е в И. Г. Естественные кормовые ресурсы западного Казахстана. Алма-Ата, 1934.
- А н д р е е в В. Н. и П а н ф и л о в с к и й А. Л. Обследование тундровых пастбищ с помощью самолета. Л., 1938 («Тр. Науч.-иссл. ин-та полярн. землед.», сер. оленевод., вып. 1).
- А р е н с Л. Е. Орхидея, венерин башмачок и доломиты в Карелии. «Изв. Всесоюзн. геогр. об-ва», 1946, т. 78, вып. 2.
- А р ц и м о в и ч В. С. Мокрые солонцы окрестностей Баскунчакского озера. «Тр. Об-ва испыт. природы при Харьк. ун-те», т. 44. Харьков, 1911.
- А х м е д с а ф и н У. М. Новые данные о связи растительности с грунтовыми водами. «Вестн. АН Казахск. ССР», 1947, № 1 — 2.
- А х м е д с а ф и н У. М. Роль грунтовых вод в защитных лесонасаждениях. «Вестн. АН Казахск. ССР», 1949, № 4.
- А х м е д с а ф и н У. М. Поисковые признаки подземных вод в песчаных пустынях. «Вестн. АН Казахск. ССР», 1951, № 1.
- Б а з и л е в с к а я Н. А. Очерки растительности юго-восточных Каракумов. «Изв. Главн. ботан. сада», 1927, т. 26, вып. 2.
- Б а л а н д и н В. Н. К постановке вопроса о растительных индикаторах. «Сов. ботаника», 1936, № 6.

- Ба н а с е в и ч Н. Битумная пленка как материал для мульчирования почвы. «Тр. Сектора физики почв» (Физико-агрон. ин-та ВАСХНИЛ), вып. 1. Л. — М., 1935.
- Ба н а с е в и ч Н. Н., За х а р о в Н. Г. Закрепление песков битумной эмульсией. «Сов. агрономия», 1940, № 10.
- Ба н а с е в и ч Н. Н., За х а р о в Н. Г. Закрепление песков битумной эмульсией. «Сб. работ по агроном. физике», вып. 3, М., 1941.
- Ба н а с е в и ч Н. Н., З о н н С. В., К а з м и н а Т. И., М а к к а в е е в Н. И. Процессы засоления и рассоления почв в связи с грунтовыми водами, их засолением и влиянием Каспийского моря. (По материалам исследований в дельте р. Терека). Под ред. С. В. Зонн. Л. — Махач-Кала, 1934 («Тр. Ленингр. отд. ВНИИ удобр. и агропочвовед.», вып. 29).
- Ба р б а р о Д. Комментарий к десяти книгам об архитектуре Витрувия. Пер. А. И. Венедиктова, В. П. Зубова, Ф. А. Петровского. М., 1938.
- Б а с к и н а В., Ф р и д м а н Г. Статистическое исследование животного населения двух сообществ Камской поймы. «Тр. Биол. науч.-иссл. ин-та при Пермском гос. ун-те», т. 1, вып. 2 — 3. Пермь, 1928.
- Б е й д е м а н И. Н. Краткий обзор корневых систем полупустынных растений. «Тр. Азербайдж. отд. Закавказского филиала АН СССР», сектор ботаники, вып. 5. Баку, 1934.
- Б е й д е м а н И. Н. Смена растительного покрова в связи с изменением режима грунтовых вод. «Докл. АН Азербайдж. ССР», 1946, т. 11, № 4.
- Б е й д е м а н И. Н. Сезонный ход интенсивности транспирации некоторых растений в условиях полупустынного климата северной Мугани. «Докл. Ак. Наук Азербайджанской ССР», 1947, т. 3, № 7.
- Б е к л е м и ш е в В. Н. Основные понятия биоценологии в приложении к животным компонентам наземных сообществ. «Тр. по защите растений», т. 1, вып. 2. Л., 1931.
- Б е к л е м и ш е в В. Н. и И г о ш и н а К. О статистическом характере распределения индивидов разного порядка внутри сообщества (в частности в ассоциациях *Filipenduletum hexapetalae* и *Deschampsietum*). «Тр. Биологич. науч.-иссл. ин-та при Пермском гос. ун-те», т. 1, вып. 2 — 3. Пермь, 1927.
- Б о б р о в Е. Г. Растительность гор Большие Балханы. «Тр. Ботан. сада», т. 44. М. — Л., 1931.
- Б о б р о в Е. Г. К познанию рода *Cephalaria* Schrad. «Ботан. журн.», 1932, № 5 — 6.
- Б о г д а н о в В. М. К вопросу о растениях-индикаторах степной полосы Северного Кавказа. «Сов. ботаника», 1934, № 2.
- Б о г д а н о в М. Н. Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины Средней и Нижней Волги (био-географические материалы). «Тр. Об-ва естествозн. при Казан. ун-те», т. 1, отд. 1. Казань, 1871.
- Б о г о с л о в с к и й И. А. О некоторых явлениях выветривания в области Русской равнины. «Изв. Геол. ком.», т. 18, № 5. СПб., 1899.
- Б о р н е м а н Б. А. и С п и р и д о н о в М. Д. Очерк почв и растительности полуостровов Мангышлак и Бузачи. (Мат. Комиссии экспедиц. иссл. Сер. Казахстанская, вып. 12). Л., изд-во АН СССР, 1929.
- Б р а д и с Е. М. Распределение и рост осок на болоте в зависимости от физико-химических свойств торфа. «Журн. ин-ту ботаники АН УРСР», 1939, № 21 — 22.
- Б ы с т р о в С. В. О причинах безлесья долиной тундры в Хибинах. «Сов. ботаника», 1939, № 5.
- В а л ь т е р Г., А л е х и н В. Основы ботанической географии. М. — Л., 1936.
- В а р м и н г Е. Распределение растений в зависимости от внешних условий (экологическая география растений). СПб., 1902.



- Вебер В. Н.** Геологическая карта Средней Азии. Л. — М. — Новосибирск, 1934 («Тр. Всесоюзн. геолого-развед. объедин. НКТП», вып. 194).
- Вернадский В. И.** Очерки геохимии. М. — Л. — Грозный — Новосибирск, 1934.
- Викторов С. В.** Биологические индикаторы в геологии. «Успехи совр. биологии», 1947а, т. 23, вып. 2.
- Викторов С. В.** Геоботаническое районирование как один из методов геологических исследований. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1947б, т. 52, вып. 2.
- Викторов С. В.** Изучение распределения и дисперсии растений по аэрофотоснимку. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1947в, т. 52, вып. 4.
- Викторов С. В.** Болотные ландшафты как индикаторы свойств болотных вод долины реки Волхова. «Тр. Ботан. сада», 1948, кн. 6. («Уч. зап. МГУ», вып. 129).
- Викторов С. В.** Растительность как индикатор при геологических исследованиях в Средней Азии. «Пробл. физ. географии», т. 14. М. — Л., изд-во АН СССР, 1949а.
- Викторов С. В.** Типы гипсовых пустынь Южного Туркестана. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1949б, т. 54, вып. 1.
- Викторов С. В.** Растительность как индикатор литологических условий на Северном Устюрте и в Западноказахстанских степях. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1951, т. 56, вып. 1.
- Викторов С. В.** Варьирование вида в зависимости от влияния почвообразующей породы. Сб. «Растение и среда». М., изд-во АН СССР, 1952 (Ин-т леса, Тр. Лаборатории эволюц. экологии растений, т. 3).
- Вильямс В. Р.** Почвоведение. Общее земледелие с основами почвоведения. М., 1936.
- Витрувий [М. П.]** Десять книг об архитектуре. Пер. Ф. А. Петровского, т. 1. М., 1936.
- Волобуев В. Р.** О фито-климатических закономерностях в распределении растительности на территории СССР. «Ботан. журн.», 1947, т. 32, № 5.
- Востокова Е. А.** Чивенки Западного Казахстана. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол.», 1952, т. 57, вып. 1.
- Востокова Е. А.** О влиянии литолого-геохимических факторов на формирование границ некоторых растительных формаций пустыни. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1953а, вып. 4.
- Востокова Е. А.** Растительность как показатель геологических и гидрогеологических условий в пустынях и полупустынях в связи с их освоением. Автореферат. М., 1953б.
- Высоцкий Н. К.** Несколько геоботанических наблюдений на Сев. Урале. «Почвоведение», 1904, т. 6, № 2.
- Гавеман А. В.** Аэросъемка и исследование природных ресурсов. М. — Л., изд-во АН СССР, 1937.
- Гаель А. Г.** Донецко-Кундрюцкий песчаный массив. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1932, т. 64, вып. 4 — 5.
- Гаель А. Г.** Облесение бугристых песков Приаралья. М., изд-во АН СССР, 1951.
- Гаель А. Г., Захаров Н., Малюгин Е.** Цементация песков битумной эмульсией. Сб. «Пробл. растениеводческого освоения пустынь», вып. 3. Л., 1935.
- Газе О. Ф.** К развитию напочвенного покрова в Хибинских тундрах. «Споровые растения», вып. 3. М. — Л., изд-во АН СССР, 1936 («Тр. Ботан. ин-та АН СССР», сер. 2).
- Галицкий В. В.** История образования гор Кара-Таш и ареал таусагыза (*Scorzonera tau-saghyz*). «Изв. Всес. геогр. об-ва», 1945, № 4.

- Галкина Е. А. Аэровизуальные признаки болот в Карелии. Сб. «Применение самолета при геоботанических исследованиях». М. — Л., изд-во АН СССР, 1937а.
- Галкина Е. А. Применение самолета при детальном изучении болот. Там же, 1937б.
- Герасимов И. П. Почвенные и ботанико-географические работы на Устюрте. «Геогр. вестн.», 1925, т. 2, вып. 3 — 4.
- Герасимов И. П. Очерк почв районов бассейнов верхней Эмбы, Темира и Чегана. Л., изд-во АН СССР, 1928 («Мат. Особ. ком. по исслед. союзных и автономных республик. Сер. Казахская», вып. 16).
- Герасимов И. П. Почвенные зоны в области Закаспийских степей и пустынь. Из итогов почвенных исследований Казахской экспедиции 1926 г. «Отчет о работах почв.-ботан. отряда Казахст. экспед. Акад. Наук СССР. Исслед. 1926 года», вып. 4, ч. 3. Л., изд-во АН СССР, 1930 («Мат. Комиссии экспедиц. исслед. Сер. Казахстан», вып. 26).
- Герасимов И. П. Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР. «Пробл. физ. географии», т. 14. М. — Л., изд-во АН СССР, 1946.
- Герасимов И. П. и Иванова Е. Н. Процесс континентального засоления в почвах, породах, подземных водах и озерах Кулундинской степи (Западная Сибирь). «Тр. Почв. ин-та им. Докучаева», т. 9, «Памяти акад. К. К. Гедройца». Л., изд-во АН СССР, 1934.
- Гиллярова М. А. Район пестроцветных низкогорий ю.-з. Таджикистана. Сб. «Таджикистан». Л., 1936 («Тр. Тадж.-памир. экспед.», вып. 23).
- Глумов Г. А. К вопросу о морфологической структуре почвенно-растительных комплексов. «Тр. Молотовск. гос. сельскохозяй. ин-та», т. 12. Молотов, 1948.
- Гончаров Н. Ф. Очерк растительности центрального Таджикистана. М., изд-во АН СССР, 1936 («Тр. Тадж.-памир. эксп.», вып. 26).
- Гордягин А. Я. Растительность известняковых скал на р. Туре в Пермской губернии. Казань, 1895 («Тр. Об-ва естествоиспыт. Казан. ун-та», т. 28, вып. 2).
- Городков Б. Н. Геоботаника и авиация на Севере «Сов. ботаника», 1935, № 2.
- Гребенщикова А. А. К вопросу о развитии болот в карстовых воронках Ивановской области. «Сов. ботаника», 1939, № 1.
- Григорьев А. А. О некоторых основных физико-географических закономерностях. «Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.», 1937, № 4.
- Григорьев А. А. Опыт характеристики основных типов физико-географической среды, ч. 4. Основные общие физико-географические процессы субарктики и умеренного пояса и обоснование зонального деления умеренных широт. «Пробл. физ. географии», т. 11. М. — Л., изд-во АН СССР, 1942.
- Григорьев А. А. Субарктика. М. — Л., изд-во АН СССР, 1946.
- Григорьев М. П. Материалы по исследованию Агинской степи Забайкальской области, произведенному в 1908 г. Читинским отделением императорского Русского географического общества, вып. 1—3. Иркутск, 1913 («Тр. Агинской экспедиции»). Вып. 1. Орографический очерк Агинской степи. Вып. 2. Климат. Вып. 3. Почвенный покров и материнские породы.
- Гроссгейм А. А. Материалы для флоры Эриванской губернии. Список растений, собранных в мае 1914 года на территории имени Арадагян (Садагская степь и гора Дагна). «Тр. Тифл. ботан. сада», вып. 14. Тифлис, 1916.



- Гроссгейм А. А. Новая раса дикой горной ржи *Sesale Vavilovi* из Закавказья. «Тр. по прикл. ботанике и селекции», т. 13, 1922 — 1923, вып. 2, Л., 1924.
- Гроссгейм А. А. Краткий очерк растительного покрова Азербайджана. Мат. по районир. Азерб. ССР, т. 1, вып. 2. Баку, 1926.
- Гроссгейм А. А. Реликты восточного Закавказья. Сб. «Пробл. реликтов во флоре СССР» (тезисы совещания), вып. 1. М. — Л., изд-во АН СССР, 1938.
- Гроссгейм А. А., Прилипко Л. И. Геоботанический очерк Карабахской степи. Баку, 1929 («Тр. по геоботанич. обследованию пастбищ ССР Азербайджана», сер. А, вып. 4).
- Гуссейнов Д. М. Применение отработанного гумбраина в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур. «Изв. АН Азерб. ССР», 1950, № 7.
- Дзенис-Литовский А. И. Озеро Султан-Санджар и его окрестности. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1939, т. 71, вып. 4.
- Димо Н. А. и Келлер Б. А. В области полупустыни. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губ. Саратов, 1907.
- Докучаев В. В. К учению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. Избр. труды. М., изд-во АН СССР, 1949.
- Докучаев В. В. Русский чернозем. Ответ Вольному экономическому обществу. СПб., 1883. То же, М. — Л., 1952.
- Долгополов Н. Н. и Рубан Е. Л. Гуматы торфа и ископаемых углей — стимуляторы роста растений. «Природа», № 3, 1952.
- Дохман Г. И. Опыт эколого-генетической классификации растительности Ишимской лесостепи. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1936, т. 45, вып. 3.
- Дубянский В. А. О характере растительности меловых обнажений. «Изв. СПб. ботан. сада», 1903, т. 3, вып. 7.
- Дюкарев И. Исследование болот с самолета. «Сов. ботаника», 1936, № 5.
- Жемчужников Ю. А. Общая геология каустобиолитов. М. — Л., 1935.
- Закржевский Б. С. О влиянии гипсового процесса на развитие корневых систем пустынных ксерофитов и галофитов. Сб. «Хозяйственное освоение пустынь Средней Азии и Казахстана». Москва—Ташкент, 1934.
- Зенюк А. В. Медные удобрения под зерновые культуры на осушенных болотах. М., 1937.
- Зинбер Н. Очерки первобытной экономической культуры. Одесса, 1923.
- Игнатьев И. В. Предварительный отчет об экспедиции для исследования горной группы Хан-Тенгри. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1887, т. 23, вып. 2.
- Игошина К. Н. Некоторые дополнения к флоре Западного Приуралья. «Изв. Биол. ин-та при Пермск. гос. ун-те», вып. 5, Пермь, 1925.
- Ильин М. М. Растительность Эльтонской котловины. «Изв. Главн. ботан. сада», т. 26, вып. 4. Л., 1927.
- Ильин М. М. На пестроцветках Нахичеванской АССР. «Президенту Академии наук СССР академику Владимиру Леонтьевичу Комарову к семидесятилетию со дня рождения и сорокалетию научной деятельности». Л., изд-во АН СССР, 1939.
- Ильин М. М. и Рожени Р. Ю. Очерк растительности районов р. р. Верхней Эмбы, Темира и Чегана. «Отчет о работах почв.-ботан. отряда Казахст. экспед. Акад. Наук СССР. Исслед. 1928 года», вып. 3. Л., изд-во АН СССР, 1928 («Мат. Комиссии экспедиц. исслед. Сер. Казахстан», вып. 3).

- Исеефович Л. И. К вопросу о происхождении микрорельефа и комплексности сухих степей. «Природа и сельское хозяйство засушливо-пустынных областей СССР», № 3. Воронеж; 1928.
- Казарян Е. С. Материалы к изучению растительности высокогорных осыпей Армении. «Тр. молодых ученых Армянского фил. АН СССР». Ереван, 1939.
- Караваяев М. Н. О реликтовых местообитаниях *Sagapana jubata* Roig. на севере Якутии, в низовьях р. Лены. «Ботан. журн.», 1948, т. 33, № 5.
- Карпинский А. Могут ли живые растения быть указателями горных пород и формаций, на которых они встречаются, и заслуживают ли местопроизрастания (*stationes*) их особенного внимания геогноста. «Журн. садоводства», 1841, № 3, 4.
- Карта растительности Европейской части СССР, м. 1 : 2 500 000. Пояснительный текст. М. — Л., изд-во АН СССР, 1950.
- Кац Н. Я. Об основных проблемах и новом направлении современной фитоценологии. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1934, т. 43, вып. 2.
- Кац Н. Я. Болота низовьев р. Оби. «Президенту Академии наук СССР академику Владимиру Леонтьевичу Комарову к семидесятилетию со дня рождения и сорокалетию научной деятельности». Л., изд-во АН СССР, 1939.
- Келлер Б. А. Ботанико-геогр. исследования в Зайсанском уезде Семипалатинской области, ч. 2. Казань, 1912 («Тр. об-ва естествоисп. при Казан. ун-те», т. 44, вып. 5).
- Келлер Б. А. Возникновение и этапы развития двухчленного комплекса среди засоленных почв на окраине лиманов. Сб. «Растительность Каспийской низменности между реками Волгой и Уралом», т. 1. М., изд-во АН СССР, 1936.
- Келлер Б. А. Главные типы и основные закономерности в растительности СССР. Сб. «Растительность СССР», т. 1. М. — Л., изд-во АН СССР, 1938.
- Кене В. Учение о грунтовых водах. Пер. с нем. М. — Л., 1932.
- Кернер фон Мариллаун А. Жизнь растений, т. 1 — 2, изд. 4. СПб., 1903.
- Кирпичников М. Заметка о флоре известняков по р. Белой Кедве. «Ботан. журн.», 1947, т. 32, № 5.
- Клоков М. В. и Десятова-Шостенко Н. А. Перегляд українських чабреців. *Thymus* L. «Тр. сільск. господ. ін-ту ботан.», т. I, вып. 3. Харків, 1927.
- Клоков М. В. и Десятова-Шостенко Н. А. Критический обзор р. *Thymus* во флоре юго-востока европейск. части СССР и западного Туркестана. «Изв. Ботан. сада АН СССР», т. 30, вып. 3 — 4. Л. — М., изд-во АН СССР, 1932.
- Клопотовский Б. А. Почвы Арзни в связи с морфологическим строением долины реки Занги. Тифлис. 1935 («Тр. Почв. секции Грузинск. фил. АН СССР», т. 2, вып. 1).
- Кнорринг О. Э. Очерк растительности бассейнов р. Сагиза и Нижней Эмбы в пределах Адаевского и Темирского уездов Актюбинской губ. Л., изд-во АН СССР, 1928 («Мат. комплексных экспедиционных исслед. АН СССР», вып. 5. Сер. «Казахстан»).
- Кнорринг О. Э. Растительность Нура-тауских гор. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1934, т. 66, вып. 5.
- Ковригин С. А. Опыт изучения зависимости между свойствами почвы и лесной растительностью. «Почвоведение», 1937, № 4.
- Кожевинов Д. и Цингер В. Очерк флоры Тульской губернии. «Тр. СПб. об-ва естествоисп.», 1880, т. 11, вып. 1.



- Козо-Полянский Б. М. В стране живых ископаемых. Очерк из истории горных боров на степной равнине ЦЧО. М., 1931.
- Коларовский А. А. Растительность Бзыбского известнякового хребта, как кормовая база для животноводства. Сухуми, 1937 («Тр. Ин-та абхазской культуры», вып. 11).
- Коликов М. С. и Малюгин Е. А. Песчаный массив Кокузек-Кум. «Пески Урало-Эмбен. района и пути их освоения», т. 1. Алма-Ата, 1949.
- Комаров Н. Ф. Температура меловых склонов черновозной полосы в связи с условиями развития на них эндемичной флоры. «Сов. ботаника», 1933, № 5.
- Корженевский Н. Л. Устройство поверхности Таджикистана. (Краткий оро-гидрографический очерк). Сб. «Таджикистан». Ташкент, 1925.
- Коржинский С. Северная граница Черноземно-степной области восточной полосы Европейской России в ботанико-географическом и почвенном отношении. I — II. Казань, 1888 — 1889 («Тр. Об-ва естествоисп. при Казан. ун-те», т. 18, вып. 5; т. 19, вып. 6).
- Коровин Е. П. Растительные формации Муратинской долины. «Тр. Туркестан. научн. об-ва», т. 1. Ташкент, 1923.
- Коровин Е. П. Основные черты в строении растительного покрова горной и подгорной части Копет-Дага, преимущественно заключенной между ст. Гуярс — Келята (Геоботанический очерк). «Мат. к характеристике земельного фонда Туркменистана». Ташкент, 1927 («Изв. Ин-та почвовед. и геобот. САГУ», вып. 3).
- Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Пред. Б. А. Келлера. Москва—Ташкент, 1934.
- Коровин Е. П. Естественно-историческое районирование Средней Азии с точки зрения геоботаники. Сб. «Науч. сессия АН Узбек. ССР 9 — 14 июня 1947 г.». Ташкент, 1947.
- Коровин Е. П. и Мионов В. А. Главнейшие растительные ассоциации восточной Бетпак-Дала и их распределение в зависимости от рельефа и почв. Ташкент, 1935 («Тр. САГУ», сер. 6, Ботаника, вып. 21).
- Коровин Е. П. и Шувалов С. А. О биогенной комплексности почвенно-растительного покрова в аридной зоне. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол.», 1948, т. 53, вып. 1.
- Коровкин А. А. Геоботанический очерк Хибинского массива. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1934, т. 66, вып. 6.
- Короткий М. Ф. К вопросу о распределении растительности лугов и лесов в зависимости от почвы. (По исследованиям в Торонецком уезде в 1908 г.). Петров, 1912 (Мат. по изучению растительности Псковской губ., 1).
- Корчагин А. А. К вопросу о типах леса по исследованию в Тотемском уезде Вологодской губернии. «Очерки по фитоценологии и фитогеографии». М., 1929.
- Корчагин А. А., Газе О. Ф., Рассадина К. А. Предварительный отчет ботанич. исследований Хибинских тундр. Сб. «Хибинские апатиты», т. 2. Л., 1932.
- Корчагин А. А. и Корчагина М. В. Растительность Хибинских гор. Сб. «Путеводитель по Хибинским тундрам (изд. 2, непр. и доп.)». Л., изд-во АН СССР, 1932.
- Краснов А. И. Опыт истории развития флоры южной части восточного Тянь-Шаня. СПб., 1888 («Зап. Русск. геогр. об-ва», т. 19).
- Красовская Н. В. (Рефераты работ по морфологии и физиологии корней). «Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции», т. 17, вып. 5. Л., 1927.

- Крашенинников И. М. Ботанико-географические группировки и геоморфология Южного Урала в их взаимной связи. «Журн. Ново-черкасского отд. Русск. ботан. об-ва» 1919, т. 1, вып. 1.
- Кузнецов С. С. Поиски полезных ископаемых Л., 1935.
- Культиасов М. В. Очерк растительности гор Пистали-тау. «Тр Туркест. научн. об-ва», т. 1. Ташкент, 1923
- Культиасов М. В. Вертикальные растительные зоны в западном Тянь-Шане. «Бюлл. САГУ», 1926.
- Куницын А. Г. К вопросу об использовании материалов аэрофото-съемки для составления крупномасштабных геоботанических карт. «Сов. ботаника», 1934, № 4.
- Кушнаръ С. А. Песчаные бугры-чоколаки в пустыне Кызыл-Кум. «Разведка недр», 1939, № 1.
- Лабецкая М. С. Краткая геологическая характеристика Каин-булак-сая (Бассейн р. Паша-ата). «Материалы по гидрогеологии Узбекистана», вып. 15. Ташкент, 1933.
- Лавренко Е. М. Деяки спостереження над корою звітрявання на Провальскім степу в Донецькому краї. «Тр. Наук. досл. котедрн ґрунтознавства», т. 1. Харків, 1930.
- Лавренко Е. М. Значение работ В. В. Докучаева для развития русской геоботаники. Сб. «В. В. Докучаев и география». М. — Л., изд-во АН СССР, 1946.
- Лавров Л., Предтеченский Н., Ренгартен П. Геоморфологическое дешифрирование. Сб. «Применение аэрофотосъемки в гидрологических исследованиях». Л., 1936.
- Ладжеиская К. И. Материалы для биофлоры СССР 2. Новый для СССР род печеночника *Southbya Spruce*. «Ботан. журн.», 1948, № 2.
- Ланге О. К. Краткий курс общей гидрогеологии. М. — Л., 1931.
- Ларин И. В. Опыт определения по растительному покрову почв, материнских пород, рельефа, сельхоз. угодий и других элементов ландшафта средней части Уральской области. Кызыл-Орда, 1926.
- Лебедев Ю. П. Шорово-бугристые солончаковые комплексы, их генезис и эволюция. «Почвоведение», 1949, № 4.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественнo-историческая часть, вып. 9. Васильсурский уезд. СПб., 1885а.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Сообщение об Олонецкой черной почве. «Тр. СПб. об-ва естествоиспыт.», т. 16, вып. 2. СПб.; 1885б.
- Леонтьев А. М. Беломорско-Кулойский отряд. В кн. «Экспедиции Академии Наук 1932 г. (Северная геоботаническая экспедиция)». Л., изд-во АН СССР, 1933.
- Лесков А. И. К вопросу об изменчивости расстояний между деревьями в словом лесу. «Тр. Ленинград. об-ва естествоисп.», т. 57, вып. 1. Л., 1927.
- Лесков А. И. Флора известняков по реке Кожве. «Материалы по истории развития флор Европейского Севера СССР». Архангельск, 1938а.
- Лесков А. И. Реликтовые элементы во флоре лесного северо-востока европейской части СССР. Сб. «Проблема реликтов во флоре СССР» (тезисы совещания), вып. 1. М. — Л., изд-во АН СССР, 1938б.
- Лесков А. И., Юдин Ю. П., Дылис Н. В. Материалы к флоре Печорского края «Ботан. журн.», 1938, т. 23, № 2.
- Личевский И. А. Растительность Бадхыза. «Растительные ресурсы Туркменской ССР», вып. 1. Л., 1935а.
- Личевский И. А. Растительность Западного Копет-Дага. «Растительные ресурсы Туркменской ССР», вып. 1. Л., 1935б.



- Липский В. И. Путешествие в Джунгарский Ала-Тау. «Тр. Главного ботан. сада», 1924, т. 37.
- Липшиц С. Ю. Растительность Чулакского плато и Джунгарских ворот. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1931, т. 39, вып. 1 — 2.
- Липшиц С. Ю. Материалы к истории русской ботаники. К биографии профессоров В. П. Чернилова и И. А. Шиховского. «Збірник праць присвячений пам'яті акад. О. В. Фоміна». Київ, 1938.
- Липшиц С. Ю., Крашенинников И. М. К познанию *Scotzopenga tuberosa* Pall. s. lat. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1934, т. 43, вып. 1.
- Лобаев Н. И. Песчаный массив Караганды-кум. «Пески Урало-Эмбен. района и пути их освоения», т. 1. Алма-Ата, 1949.
- Лобанов И. Н. История развития долины р. Сыр-Дарья в районе г. Ленинабада. «Изв. Всес. геогр. об-ва», 1948, т. 80, вып. 4.
- Лоске Э. Г. Отношение почвы к метеорологическим факторам. Ч. 1, гл. 1 — 4 («Тр. по сельхоз. метеорологии», СПб., 1911, гл. 1 — 2; 1912, гл. 3 — 4).
- Лысенко Т. Д. Опытные посевы лесных полос гнездовым способом. «Агробиология», 1949, № 1.
- Любимова Е. Л. Реферат работы Troll, C. «Luftbildplan und ökologische Bodenforschung». «Пробл. физ. географии», т. 11. М. — Л., изд-во АН СССР, 1942.
- Мальцев А. И. Фитосоциологические исследования в Каменной Степи. (К вопросу о происхождении и сменах растительности степей). «Тр. по прикл. ботанике и селекции», т. 13, 1922—1923, вып. 2. Л., 1924.
- Малюга Д. П. О почвах и растениях как поисковом признаке на металлы. «Природа», 1947, № 6.
- Наследов Б. Н. Хахарецкий богхедовый район. «Тр. Центр. упр. пром. разведок», вып. 2. М., 1922.
- Невский С. А. Материалы к флоре Кугитанга и его предгорий. «Флора и систематика высших растений», вып. 4. М. — Л., изд-во АН СССР, 1937 («Тр. Бот. ин-та АН СССР», серия а).
- Немчинов А. А. Геоботаническая и агрохимическая характеристика болот Ленинград. области. Л., 1934.
- Неуструев С. Об аридных почвах. «Геогр. вести.», 1924, т. 2, вып. 3 — 4.
- Нидергефер Э. А. О влиянии почвы и климата на распределение растений по материалам, собранным в Нижегородск. губернии. «Тр. СПб. об-ва естествоиспыт.», т. 16, вып. 1. СПб., 1885.
- Никитин С. А. Пески западного Прибалхашья. «Тр. Почв. ин-та им. Докучаева», т. 11. 1935.
- Никитин С. А. и Поляков В. Ф. Луговые районы пустынного Зауралья. «Работы пустынной секции Почвенного института». М. — Л., изд-во АН СССР, 1935 («Тр. Почв. ин-та им. Докучаева», т. 11).
- Никитин С. Н. и Погребов Н. Ф. Бассейн Сызрана. Исследования гидрологического отдела 1894 и 1896 гг. СПб., 1898 («Тр. Экспедиции для исследования источников главнейших рек Европейской России»).
- Ниценко А. А. К вопросу о границах растительных ассоциаций в природе. «Ботан. журн.», 1948, № 5.
- Новиков Г. Н. Растительно-почвенные комплексы на северной части Каспийской равнины, их типы и происхождение (тезисы). Л., АН СССР, 1935.
- Ногтев В. П. Растения как ориентировочные показатели обеспеченности почвы известью. Н.-Новгород, 1932.
- Огиевский В. В. Перспективы лесного хозяйства Туркмении. Сб. «Проблемы Туркмении», т. 1. Л., 1945.

- Ососков П. А. Распространение нижнемеловых железосодержащих пород в области Засурских лесов. «Материалы к познанию геол. строения Российской империи», вып. 1. М., 1899.
- Ососков П. А. Зависимость лесной растительности от геологического состава коренных пород. «Лесной журн.», 1909, вып. 2 — 3, 4 — 5, 8 — 9; 1911, вып. 3 — 4; 1912, вып. 4 — 5.
- Павлов В. Ф. Предисловие. В кн. Э. Мартонна «Аэрогеография». М., 1950.
- Павлов Н. В. Флора Центрального Казахстана. Ч. 1 — 3. Ч. 1, Кызыл-Орда, 1928; ч. 2, М., 1935; ч. 3, М.—Л., изд-во АН СССР, 1938 («Тр. Казахстан. фил. АН СССР», вып. 17).
- Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства, ч. 3. СПб., 1788.
- Пачоский И. Херсонская флора. 1. Высшие, тайнобрачные, голо-семенные, однодольные. Херсон, 1914.
- Пачоский И. К. Описание растительности Херсонской губернии. Херсон, 1915 («Мат. по исслед. почв и грунтов Херсон. губ.», вып. 8).
- Пачоский И. К. Описание растительности Херсонской губернии. Вып. 2. Степи. Херсон, 1917.
- Пельт Н. Н. Земли древнего орошения. «Природа», 1951, № 1.
- Петров М. П. К вопросу о происхождении растительности песчаной пустыни Каракумы. Сб. «Хоз. освоение пустынь Ср. Азии и Казахстана». Москва—Ташкент, 1934.
- Петров М. П. Исследование аэрофотосъемочного материала при геоботаническом обследовании территорий пустынь Средней Азии. «Тр. Туркмен. фил. АН СССР», вып. 5. Ашхабад, 1944.
- Петрова-Трефилова Л. А. О почвоприуроченности растений и растительных сообществ части Троицкого округа Урал. области. «Изв. Биол. научно-исслед. ин-та при Перм. гос. ун-те», т. 7, вып. 1. Пермь, 1929.
- Полынов Б. Б. Геохимические ландшафты. Сб. «Географические работы». М., 1952.
- Пonomarev A. N. Корневые системы степной люцерны (*Medicago falcata* L.) в разных экологических условиях. «Изв. биол. научно-исслед. ин-та и биол. станции при Пермском гос. ун-те». 1930, т. 7, вып. 1.
- Пonomarev A. N. О местонахождениях *Dryas punctata* Juz. в Зап. Приуралье. «Ботан. журн.», 1938, т. 23, № 2.
- Пonomarev A. N. Об относительной стенопотности калькофитов флоры Среднего Урала в связи с их реликтовым характером. «Докл. АН СССР», 1948, т. 48, № 3.
- Попов В. И. О поступательно-периодическом (стадийном) развитии фациально-ландшафтных поясов. Сб. «Научная сессия АН Узб. ССР». Ташкент, 1947.
- Попов М. Г. Растительность гор Сары-Тау и урочища Сель-Рохов Ферганской области. «Тр. Туркест. гос. ун-та», вып. 4. Ташкент, 1922.
- Попов М. Г. Флора пестроцветных толщ (краснопесчаниковых низкогорий) Бухары. (Фрагмент к истории флоры Туркестана). «Тр. Туркест. науч. об-ва», т. 1. Ташкент, 1923.
- Попов М. Г. Краткий очерк растительности Таджикистана. Сб. «Таджикистан». Ташкент, 1925.
- Попов М. Г. Дикie плодовые леса Узбекистана. В кн. «Узбекистан». «Тр. и материалы Первой конференции по изучению производ. сил Узбекистана 19 — 28 дек. 1932 г.», т. 3. Л., изд-во АН СССР, 1934.
- Попов М. Г. Растительный покров Казахстана. М.—Л., изд-во АН СССР, 1940 («Тр. Казахстан. фил. АН СССР», вып. 18).
- Попов М. Г. Эндемичные виды грязевого вулкана Магунтан (Южный Сахалин). «Ботан. журн.», 1949, № 5.



- Пореккий А. С. Геоботанические исследования. Сб. «Экспедиции Всесоюз. Академии Наук 1932 г.». Л., изд-во АН СССР, 1933.
- Порхунув А. И. и Покровский Н. А. Аванпосты степной растительности в Нижегородском уезде. «Тр. Нижегород. науч. об-ва по изучению местного края», т. 1, вып. 2. Нижний-Новгород, 1927.
- Пржевальский Н. М. Монголия и страна тангутов. Трехлетнее путешествие в Восточной нагорной Азии. М., 1946.
- Приклонский В. А. Растительность и грунтовые воды. «Гидрогеология и инженерная геология». Сб. статей, № 1. М.—Л., 1935.
- Приклонский В. А. Некоторые закономерности формирования грунтовых вод в засушливых областях. «Тр. лаборатории гидрогеол. проблем им. Саваренского», т. 1, 1948.
- Принц Е. Гидрогеология. Источники, грунтовые воды, подземные водотоки и каптажи грунтовых вод. М.—Л., 1932.
- Пронин Л. К. Руководство к дешифрированию лесных аэро снимков. М., 1935.
- Прянишников Д. Н. Агрохимия. Изд. 3., доп. М., 1940.
- Работнов Т. Реферат работы Каяндера «Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen Nordlichen Eurasians III. Die Alluvionen der Torneo- und Kemi-Thäler». Helsingfors, 1909. «Сов. ботаника», 1933, № 5.
- Райкова И. А. Материалы к ботанико-географической характеристике Памира. «Изв. Туркестан. отдела Русск. географ. об-ва», 1924, т. 17.
- Рамевский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М., 1938.
- Ревердатто В. В. Введение в фитоценологию, ч. 1. Томск, 1935.
- Резвой Д. П. О следах тектонических движений «сегодняшнего дня» в Южной Фергане. «Вопросы теоретической и прикладной геологии», сб. 1. М., 1947.
- Ремезов Н. П. Условия азотного питания в сосняках. «Сов. ботаника», 1938, № 6.
- Рэссель Э. Почвенные условия и рост растений. М., 1931.
- Саваренский Ф. П. Гидрогеология. М.—Л., Новосибирск, 1933.
- Савицкий П. Н. Географические особенности России, ч. 1. Растительность и почвы. Прага, 1927.
- Салазкин А. С. Очерк растительности бассейна р. Умбы. «Геоботаника», вып. 3. М.—Л., изд-во АН СССР, 1936 («Тр. Ботан. ин-та АН СССР», сер. 3).
- Семенов П. Придонская флора в ее отношениях с географическим распределением растений в Европейской России. СПб., 1851.
- Сибирцев Н. М. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Арзамасский уезд, вып. 5. СПб., 1884.
- Сибирцев Н., Амалницкий В., Зайцев В. и Докучаев В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественно-историческая часть. Вып. 13. Геологическое описание Нижегородской губ. с очерком полезных ископаемых и геологической картою. СПб., 1886.
- Сибирцев Н. М. и Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественно-историческая часть, вып. 3. Сергачский уезд. СПб., 1884.
- Сидоренко А. В. и Михельсон О. А. О приуроченности фиштакки в Бадхызе к породам палеогена. «Ботан. журн.», 1948, т. 33, № 6.
- Симон Ф. П. В лесах Общего Сырта (Из записок лесничего). «Лесной журн.», 1910, вып. 10.

- Смирнов Л. А. О флоре меловых выходов в Заволжье. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1934, т. 43, вып. 1.
- Смирнова З. Н. Лесные ассоциации северо-западной части Ленинградской области. «Тр. Петергоф. естествен.-научн. ин-та», № 5, Л., 1928.
- Смольский Н. В., Смирнов И. П. Фисташники Бадкыза. «Тр. по прикл. бот., генет. и селекции», т. 26, вып. 4, Л., 1931.
- Соколов М. И. Генетические типы залежей балластных материалов. В сб. «Генетические типы залежей балластных материалов европейской части СССР, Кавказа и Туркестана и методы их изысканий» М., 1931.
- Соколов С. Я. Рекогносцировочное исследование типов леса Лисинского лесничества. «Лесоведение и лесоводство», 1926, вып. 3.
- Соколов С. Я. Лесные растительные ассоциации и торфяники Осинорощинской дачи Парголово-ского учебно-опытного лесничества Ленинградского лесного института. «Природа и хозяйство уч.-опытных лесничеств Ленингр. лесн. ин-та», М., 1928.
- Соколов С. Я. К вопросу о классификации типов еловых лесов. Сб. «Очерки по фитосоциологии и фитогеографии», М., 1929.
- Соколов С. Я. Типы леса восточной части Баково-Варнавинского учебно-опытного леспромхоза. Сб. «Природа и хозяй-во учебно-опытных леспромхозов Ленингр. лесотехн. академии», вып. 2, М.—Л., 1931.
- Соколова Л. А. Архангельско-Плесецкий отряд. В кн. «Экспедиции Академии Наук 1932 г.» (Северная геоботаническая экспедиция). Л., изд-во АН СССР, 1933.
- Солоневич К. И. К растительности веро-востока Ловозерских гор (Кольский полуостров). «Геоботаника», вып. 3, М.—Л., изд-во АН СССР, 1936 («Тр. Ботан. ин-та АН СССР», сер. 3).
- Сотношения между дикорастущими прозябаниями и составом почвы. «Журн. Мин. гос. имущ.», 1853, № 47, апрель.
- Сочава В. Б. Растительные ассоциации Анабарской тундры. «Ботан. журн.», 1934, т. 19, № 3.
- Сперанский В. Г. Развитие плодоводства и освоение дикорастущих плодовых Таджикистана. М.—Л., изд-во АН СССР, 1936 («Тр. Тадж. Памир. экспед.», вып. 55).
- Спрыгин И. И. Выходы пород татарского яруса пермской системы в Заволжье как один из центров видообразования в группе калькофильных растений. «Сов. ботаника», 1934, № 4.
- Станюкович К. В. Растительный покров восточного Памира. М., 1949 («Зап. Всес. геогр. об-ва. Новая серия», т. 10).
- Сукачев В. Н. О болотной и меловой растительности юго-восточной части Курской губернии. «Тр. Об-ва испыт. прир. при Харьк. ун-те», т. 37 (1902). Харьков, 1903.
- Сукачев В. Н. О местном викаризме у *Rosa cinnamomea* sl. «Изв. Главн. ботан. сада», т. 26, Л., 1927.
- Сукачев В. Н. Советское направление в фитоценологии. «Вести. АН СССР», 1948, № 2.
- Сырейщиков Д. П. Виды и формы, новые для Московской области, и критические замечки. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. биол.», 1931, т. 11, вып. 1—2.
- Сюзев П. В. Конспект флоры Урала в пределах Пермской губ. М., 1912.
- Танфильев Г. И. Пределы лесов на юге России. СПб., 1894.
- Тарасов Р. П. Флора и растительность гор М. Балхан. Авторизов. М., 1931.



- Тахтаджян А. Л. Ксерофильная растительность скелетных гор Армении. «Тр. Армян. фил. АН СССР., биол. серия», вып. 2. Ереван, 1937.
- Тахтаджян А. Л. Ботанико-географический очерк Армении. «Тр. Ботан. ин-та АН Арм. ССР», 1941, т. 2.
- Теннер Д. Д. Геологический очерк окрестностей Хахарейского месторождения. Иркутск, 1932 (отд: отд. из «Материалов по геологии и полезным ископаемым Вост. Сибири», вып. 5).
- Теректьев М. А. История завоевания Средней Азии, т. 2. СПб., 1906.
- Ткалич С. М. Опыт исследования растений в качестве индикаторов при геологических поисках и разведках. «Вестн. Дальневост. фил. АН СССР», 1938, № 32/5.
- Ткаченко М. Е., Асосков А. И., Синев В. Н. Общее лесоводство. Л., 1939.
- Толмачев А. И. О характере арктоальпийских и некоторых локально связанных с ними элементов флоры в районе реч. Пиньги и Сотки. «Материалы по истории развития флор Европейского Севера СССР». Архангельск, 1938.
- Тюлина Л. К. эволюции растительного покрова предгорий Южного Урала. Златоуст, 1928 (Златоуст. об-во краевед. и Гос. ильменск. заповедник, вып. 1).
- Усов Н. И. Генезис и мелнирация почв Каспийской низменности. Саратов, 1940.
- Успенский Е. Е. Марганец в растении. (Отт. из журнала «Опытная агрономия»). 1916.
- Федоров А. А. Новые ферганские растения. «Ботан. журн.», 1948, т. 33, № 1.
- Федоров Б. В. Определение степени осолонения почвы по растительному покрову. Голодненская опытная станция, отдел солончаков. 1930, вып. 10.
- Федорович Б. А. Аэрофотосъемка и вопросы изучения и освоения пустынь. «Изв. АН СССР. Серия геогр. и геофиз.», 1943, № 4.
- Федоровы Ал. и Андр. К вопросу о реликтовом характере арктоальпийских и степных растений. «Тр. Ленингр. об-ва естествоиспыт.», т. 59, вып. 3. Л., 1929.
- Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. М.—Л., изд-во АН СССР, 1939.
- Хохлов С. С. Вторичное цветение плодовых и другие особенности поведения растений в районе газонной скважины в окрестностях Саратова. «Сов. ботаника», 1947, т. 15, № 1.
- Цацелики И. А. Влияние рельефа и материнских пород на солончатость пустынных степей Калмыцкой ССР. «Изв. Гос. геогр. об-ва», 1938, т. 70, № 2.
- Чупров А. А. Очерки по теории статистики. СПб., 1909.
- Шенников А. П. О конвергенции среди растительных ассоциаций. Сб. «Очерки по фитосоциологии и фитогеографии». М., 1929.
- Шенников А. Северное Прионезье и Мезень. Северная геоботаническая экспедиция. В кн. «Экспедиция Академии Наук 1932 г.». Л., изд-во АН СССР, 1933.
- Ширяев Г. К флоре гранитов востока Таврической губернии. «Тр. Об-ва ест.-исп. прир. при Харьк. ун-те, 1911 — 1912», т. 45. Харьков, 1912.
- Щапов Т. Ф. Дочная растительность северо-восточных склонов Каспийского моря Комсомолец (Мертвый Кулау) и Кайдак. «Ботан. журн.», 1933, т. 23, № 2.

- Щукин И. С. Поездка в горы Намаганского уезда (Тянь-Шань) летом 1914 года. «Землеведение», 1915, кн. 1 — 2.
- Щукин И. С. и Гиларова М. А. Кухистан. «Таджикистан» (физико-географический очерк). Л., 1936 («Мат. Тадж.-Памир. эксп.», вып. 23).
- Эйтингер Г. Р. Влияние густоты древостоя на рост насаждения. «Лесной журн.», 1918, вып. 6 — 8.
- Юдин Ю. П. Флора известняков по реке Сойве. Сб. «Материалы по истории развития флор Европейского Севера СССР». Архангельск, 1938.
- Янишевский Д. Э. *Jurinea kirghisorum* sp. nova. Казань, 1905 («Тр. об-ва естествоиспыт. Казан. гос. ун-та», т. 40, вып. 1).
- Япшин А. Л. Новые данные о геологическом строении и гидрологии района Чушкакульской антиклинали. Л., изд-во АН СССР, 1940 («Тр. Ин-та геол. наук. Геол. сер.», вып. 32, № 9).
- Ярошенко П. Д. К генезису растительности грязевых вулканов близ совхоза «Кара-Чала» в юго-восточной Ширвани. «Ботан. сб. Азерб. гос. н.-и. ин-та», вып. 1, Баку, 1932.
- Ярошенко П. Д. Растительность как индикатор почвенно-климатических условий влажных субтропиков. «Тр. молодых ученых Армян. фил. АН СССР», Ереван, 1939а.
- Ярошенко П. Д. Восточная граница влажных субтропиков в Грузии. (Геоботаническое районирование предгорной полосы Имеретии). «Изв. Гос. геогр. об-ва», т. 71, вып. 4, М.—Л., изд-во АН СССР, 1939б.
- Ярошенко П. Д. Основы учения о растительном покрове. М., 1950.
- Bailey F. M. Queensland Flora. Melburn, 1889.
- Beath O. A. Selenium occurrence in certain soils and vegetation. «Wyoming Agr. Exp. Station Bull.», 1936, № 206.
- Beath O. A. Certain poisonous plants of Wyoming activated by selenium. «Journ. Amer. Pharm. Assoc.», 1939, № 23.
- Beyschlag F., Krush P., Vogt J. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. Bd. 1—2. Stuttgart, 1910—1913. Bd. 1, 1910; Bd. 2, 1913.
- Bojko H. Ein Beitrag zur Ökologie v. *Cynodon Dactylon* und *Astragalus excarpus*. «Stizungsber. d. Akad. d. Wissenschaft in Wien. Math. naturwiss. Abt.», 1. 1931; Bd. 140.
- Bojko H. Angewandte Pflanzensoziologie. «Angewandte Botanik», 1934, Bd. 16, H. 4.
- Braun-Blanguet I. Pflanzensoziologie. Berlin, 1928.
- Burmann Y. Sur la présence du manganese dans la digitale pourpre. «Bull. d. Soc. Chim. de France», 1911, sr. 4, t. 9.
- Byers H. G. Selenium occurrence in certain soil in the United States. «U. S. Dept. Agr. Techn. Bull.», 1935, H. 482.
- Cajander A. Beiträge z. Kenntniss d. Vegetation d. Alluvionen. Helsingfors, 1909.
- Catlainen M. Die Untersuchungen über d. Beziehungen zwischen d. Pflanzendecke d. Moore und der Beschaffenheit des Bodens Helsingfors, 1928.
- Cuyler R. H. Vegetation as an indicator of geologic formations. «Bull. of the Amer. Assoc. of Petroleum Geologists», 1931, vol. 15, № 1.
- Dormoy E. Théorie mathématique des assurances sur la vie. T. 1 — 2. Paris, 1878.
- Drude O. Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart, 1890.
- Dunal M. Sur l'influence minéralogique de sol. «Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier», 1848.
- Eck L. Untersuchung der Düngewirkung von Steinkohle durch Wilh. Aug. Lampadius. «Angew. Chemie», 1932, № 6.



- Eggler I. Die Pflanzengesellschaften d. Umgebung v. Garz. «Repert. spec. nov. Fedde Beihefte», 1923, Bd. 73.
- Fernauld M. A botanical Expedition to New-Foundland and southern Labrador. Rhodora 13. 1911.
- Fischer F. Biologie und Kohle. «Angew. Chemie», 1932, № 9.
- Flahault Ch. La distribution géographique des végétaux dans la région méditerranéenne française. Paris, 1937.
- Franke K. W. a. Painter E. P. Effect of sulfur additions on seleniferous soils. «Indust. and Engin. Chem.», 1937, vol. 29, № 5.
- Gorup-Besanez E. I. Über einen bedeutenden Eisen und Mangengehalt der Asche einer Wasserpflanze. «Ann. d. Chemie und Pharm.», 1856.
- Grebe C. Die kalkreichen Silikatengesteine und ihre Moosflora. (Festschrift des Vereins für Naturkunde zu Kassel). Kassel, 1911.
- Guyot L. Association standard et coefficient de communauté. Bull. Soc. botan. Genève, 1924.
- Hayren E. H. Am växtgeografiska Gränsländer i Finland. Terra, 25. Arg. Helsingfors, 1913.
- Hurd-Karrer A. M. Inhibition of selenium injury to wheat plants by sulfur. Science, 1933, vol. 78, № 2033.
- Jacobi A. Die Tundra. «Geogr. Ztschr.», 1919, Bd. 25, H. 8 — 9.
- Katz N. Niedermoore im Norden d. Moskauer Gouvernement. 1928, VI.
- Kylin H. Über Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensociologie. «Bot. Notiser.», 1926.
- Le Jolis. De l'influence chimique du terrain sur la dispersion de plantes. «Mémoires de la soc. impériale des sciences naturelles de Cherbourg». Paris, 1861.
- Lexis W. Abhandlungen zur Theorie der Bevölkerungs und Moralstatistik. Jena, 1903.
- Lieske R. Untersuchungen über die Verwandbarkeit von Kohlen als Düngemittel. «Brennstoff-Chemie», 1931, Bd. 12, № 5.
- Linstow. Bodenanzeigende Pflanzen. Berlin, 1929.
- Mager H. Les moyens de decouvrir des eaux souterraines et de les utiliser. Paris, 1912.
- Meintzer O. E. Plants as indicators of ground water. Washington, 1937 («Water-Supply Paper» 577).
- Morton F., Gams H. Höhlenpflanzen. Wien, 1925 (Speleäolog. Monographien).
- Nevole I. Flora d. Serpentinberge in Steiermark. «Acta Soc. Scien. Natur. Moravicae», 1926.
- Nordhagen R. Om homogenität. konstanz og minimareal «Nyt magasin for Naturwiss.», 1922, 61.
- Olsen O. C., Moxon A. L. The Availability, to crop plants, of different forms of selenium in the soil. «Soil Science», 1939, vol. 47, № 4.
- Planchon I. E. Sur la végétation spéciale des dolomies. «Bull. de la Soc. Bot. de France», 1854a, t. I.
- Planchon I. E. Sur la végétation des terrains siliceux. «Bull. de la Soc. Bot. de France», 1854b, t. I.
- Pohle R. Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. «Acta Horti Petropolitani», 1903, t. 21, fasc. 1.
- Ridley H. The Flora of Lower Siam. «Journ. Straits-Branch. Royal. Asiat. Soc.», 1911, № 59.
- Ronniger K. Die Thymus-Arten des Kaukasus und der südlich angrenzenden Gebiete. «Fedde Repertorium specierum novarum regni vegetabilis». 1932, Bd. 31, № 816 — 825.

- Spix J. u. Martius C. Reise in Brasilien. T. 1 — 3. München, 1823 — 1831.
- Schroeter C. Pflanzenleben der Alpen. Zürich, 1908.
- Stewens W. L. The relation between plant density and numbers of empty quadrats Annals of Bot. CXCVI. 1935.
- Swedberg Th. Statistik vegetationsanalys. Svensk. «Bot. Tidskrift», 1922, 16.
- Thurmann J. Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Yura et aux contrées voisines. T. 1 — 2. Berne, 1849.
- Troll C. Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. «Zeitschr. d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin», 1939, H. 7 — 8.
- Unger F. Über den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse. Wien, 1836.
- Wahlenberg G. Flora Carpatorum. Göttingen, 1817.



## 本書中提及的植物一覽表

- |   |                |
|---|----------------|
| <i>Acanthophyllum squarrosum</i> Boiss.             | 庭薺屬一種          |
| <i>Achillea albicaulis</i> 著屬一種                     |                |
| <i>Achillea Gerberi</i> M. B.                       | 砂著草            |
| <i>Achillea setacea</i> W. et K.                    | 著屬一種           |
| <i>Achillea tenuifolia</i> Lam.                     | 裂葉著            |
| <i>Adiantum pedatum</i> var. <i>aleuticum</i> Rupr. | 鐵綫蕨屬一種         |
| <i>Adiantum litoralis</i> Parl.                     | 疏穗犴毛           |
| <i>Agropyrum desertorum</i> (Fisch.) Schult.        | 冰草屬一種          |
| <i>Agropyrum intermedium</i> P. B.                  | 冰草屬一種          |
| <i>Agropyrum orientale</i> L.                       | 東方冰草           |
| <i>Agropyrum ramosum</i> (Trin.) Richt.             | 分枝冰草           |
| <i>Agropyrum repens</i> P. B.                       | 伏枝冰草           |
| <i>Agropyrum sibiricum</i> P. B.                    | 西伯利亞冰草         |
| <i>Agropyrum trichophorum</i> Richt.                | 冰草屬一種          |
| <i>Alchimilla acutiloba</i> Stev.                   | 羽衣草屬 (斗蓬草屬) 一種 |
| <i>Allagi</i> Adans.                                | 駱駝刺屬一種         |
| <i>Allagi pseudallagi</i> (M. B.) Desv.             | 駱駝刺            |
| <i>Alyssum desertorum</i> Stapf.                    | 沙漠庭薺 (擬)       |
| <i>Alyssum tortuosum</i> W. et K.                   |                |
| <i>Ammodendron Eichwaldii</i> Ldb.                  | 阿蒙木屬一種         |
| <i>Ammodendron Conollyi</i>                         | 柯諾路易阿蒙木        |
| <i>Amygdalus</i> L.                                 | 扁桃屬            |
| <i>Amygdalus bicharica</i> Korsh.                   | 布哈扁桃           |
| <i>Amygdalus spinosissima</i> Bge.                  | 有刺扁桃           |
| <i>Anabasis</i> L.                                  | 假木賊屬           |
| <i>Anabasis aphylla</i> L.                          | 無葉蜆菜           |
| <i>Anabasis cretacea</i> Pall.                      | 白堊假木賊          |
| <i>Anabasis depressa</i> Eug. Kor.                  | 矮小假木賊          |
| <i>Anabasis gypsicola</i> Iljin.                    | 假木賊屬一種         |
| <i>Analoasis hispidula</i> (Bge) Benth.             | 假木賊屬一種         |
| <i>Anabasis macroptera</i> Moq.                     | 假木賊屬一種         |
| <i>Anabasis ramosissima</i> Minkv.                  | 假木賊屬一種         |
| <i>Anabasis salsa</i> (C. A. M.) Benth. s. l.       | 假木賊屬一種         |
| <i>Anabasis salsa</i> f. <i>typica</i>              | 叉明蜆菜           |
| <i>Anabasis truncata</i> (Schrenk.) Bge.            | 假木賊屬一種         |

- Anaphalis leptophylla* D. C. 香青屬一種  
*Andropogon ichacumum* L. 鴨嘴草屬  
*Andropogon scoparius* 帚狀鬚芒草  
*Androsace villosa* Bge. 高山點地梅  
*Angelica silvestris* L. 獨活  
*Aralia* L. 楸木屬  
*Arctostaphylos uva ursi* (L.) Spreng. 熊果  
*Arenaria Koriniana* Fisch. 鵝不食屬一種 (阿列帕里雅 *Арепа-рия*)  
*Aristida* L. 三芒草屬  
*Aristida pennata* Trin. 厚砂三芒草  
*Arnebia* Forsk. 花蔥科一屬  
*Artemisia arenaria* D. C. 沙蒿  
*Artemisia borealis* L. 蒿屬一種  
*Artemisia ferganensis* H. Krasch. 菲爾干蒿  
*Artemisia fragrans* W. 香蒿  
*Artemisia herba alba* Asso. 蒿屬一種  
*Artemisia juncea* K. et K. 蒿屬一種  
*Artemisia limosa* H. Koidz. 蒿屬一種  
*Artemisia maicara* H. Krasch. 蒿屬一種  
*Artemisia maritima* Schm. s. l. 驅蛔蒿  
*Artemisia pauciflora* Web. 小花蒿  
*Artemisia salsoloides* Willd. 豬毛菜蒿 (擬)  
*Artemisia sublessingiana* H. Krasch 蒿  
*Artemisia terrae albae* H. Krasch. 白木蒿  
*Artemisia turanica* H. Krasch. 烏拉蒿  
*Arthrophytum persicum* R. -Sav. 白节节木  
*Arthrophytum pulvinatum* Litw. 节节木屬一種  
*Asplenium trichomanes* L. 鐵角蕨屬一種  
*Aster sibiricus* L. 西伯利亞紫菀  
*Astragalus* L. 黃耆屬  
*Astragalus danicus* Retz. 達尼斯黃耆  
*Astragalus erinaceus* Fisch. et Mey. 黃耆屬一種  
*Astragalus Helmii* Fisch. 黃耆屬一種  
*Astragalus latifolius* Lam. 黃耆屬一種  
*Astragalus ponticus* Pall. 黃耆屬一種  
*Astragalus rupifragus* Pall. 黃耆屬一種  
*Astrantia Biebersteinii* Trautv. 針葉蓼屬  
*Athraphaxis* L. 針葉蓼屬一種 (куруавки 俄文)  
*Athraphaxis pyrifolia* Bge. 針葉蓼屬一種  
*Athraphaxis replicata* Lam. 針葉蓼屬一種  
*Athraphaxis spinosa* L. 針葉蓼屬一種  
*Atriplex cana* C. A. M. 白濱藜  
*Atriplex patula* L. 白濱藜  
*Atropis distans* (L.) Griseb  
*Aurinia saxatilis* Desv.



- Azalea pontica* L. 杜鵑屬一種  
*Berberis* L. 小檗屬  
*Betula nana* L. 矮樺  
*Betula pubescens* Ehrh. 毛樺  
*Bidens tripartita* L. 狼把草  
*Boillardia Vailantii* D. G.  
*Botrychium lunaria* (L.) Sw. 陰地蕨屬一種  
*Bromus* L. 雀麥屬  
*Bromus inermis* Leyss. 無芒雀麥  
*Bromus tectorum* L. 旱雀麥  
*Calamagrostis* Adans. 拂子茅屬  
*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. 拂子茅  
*Calamagrostis monticola* V. Petr. 拂子茅屬一種  
*Calligonum polygonoides* L. 沙拐棗屬一種  
*Calluna vulgaris* (L.) Salisb. 帚石南  
*Camphorasma Lessingii* Litw. 列先格樟味藥  
*Camphorasma monspeliacum* L. 樟味藥屬一種  
*Camphorosma monspeliacum* L. var. *hirsutissimum* Litw.  
*Campanula alliariaefolia* W. 風鈴草屬一種  
*Campanula Minsteriana* Grossh. 風鈴草屬一種  
*Campanula radula* Fisch. 風鈴草屬一種  
*Campanula rotundifolia* L. 圓葉風鈴草  
*Candelia obovata* Hook.  
*Caragana frutex* (L.) C. Koch. 草原錦雞兒  
*Caragana jubata* (Pall.) Poir 錦雞兒屬一種  
*Carex limosa* L. 泥濘地苔  
*Carex pontica (lazica)* N. Alb. 苔屬一種  
*Carex rhizina* Blytt var. *abbreviata* Meinsh. 苔屬一種  
*Carex stenophycloides* V. Krecz. 苔屬一種  
*Celtis* L. 朴屬  
*Celtis australis* L. 澳洲朴樹  
*Centaurea adpressa* Led. 矢車菊屬一種  
*Centaurea squarrosa* Willd. 矢車菊屬一種  
*Cephalaria uralensis* var. *saxatilis* Litw. 藍草屬一種 (擬)  
*Cephalorrhizum oopodium* M. Pop.  
*Cephaloziella*  
*Ceratocarpus arenarius* L. 沙角果  
*Chesneja quinata* A. Fed. 雀兒豆屬一種  
*Chesneja ternata* (Korsch.) M. Pop. 雀兒豆屬一種  
*Christolea pamirica* Korsch.  
*Chrysopsis*  
*Cistus crispus* 淡紅半日花屬一種  
*Cistus ledon* 淡紅半日花屬一種  
*Cistus salvifolius* L. 淡紅半日花屬一種

*Convolvulus fruticosus* Pall. 灌木旋花  
*Convolvulus spinifer* M. Pop. 旋花屬一種  
*Cotoneaster Medik.* 栂子屬  
*Cotoneaster racemiflora* (Desf.) C. Koch. 栂子屬一種  
*Cotoneaster uniflora* Bge. 栂子屬一種  
*Cotyledon Lievenii* Ldb. 瓦上松屬一種  
*Cotyledon thyrsoflora* Max. 瓦上松屬一種  
*Culandia memphitica* (Spreng.) Richt. 喜鈣杪蘭  
*Cypripedium calceolus* L. 喜鈣杪蘭  
*Cystopteris montana* (Lam.) Bernh. 蒙塔納蕨  
*Cytisus ruthenicus* Fisch. 津格兒金雀花  
*Dacrydium caledonicum* Soland. 喀利多尼亞淚杉  
*Dammara ovata* C. Moore. 瑞香屬一種  
*Daphne sericea* Alb. 瑞香屬一種  
*Daphne Sophia* Kalen. 索菲亞瑞香  
*Delphinium biterminalum* Huth. 飛燕草屬(翠雀屬)一種  
*Dianthus L.* 石竹屬  
*Dianthus hypanius* Andr. 石竹屬一種  
*Dianthus leptopetalus* Willd. 石竹屬一種  
*Digitalis purpurea* L. 毛地黃  
*Doubentonia longifolia* D. C. 仙女木  
*Dryas octopetala* L. 仙女木

*Dryas punctata* Juz. 仙女木屬一種  
*Echinops ritro* L. 藍刺頭屬(漏蘆屬)一種  
*Elymus angustus* Trin. 野麥  
*Elymus giganteus* Vahl. 大野麥  
*Elymus lanuginosus* Trin. 野麥屬一種  
*Ephedra L.* 麻黃屬  
*Ephedra equisetina* Bge. 麻黃屬一種  
*Ephedra strobilacea* Bge. 球穗麻黃  
*Eragrostis pilosa* (L.) P. B. 畫眉草(蚊子草)  
*Erodium cicutarium* (L.) L. Herit 芹叶牻牛兒苗  
*Erica cinerea* 灰歐石南  
*Erysimum L.* 糖芥屬  
*Euphorbia L.* 大戟屬  
*Euphorbia cretacea* 白堊大戟  
*Euphorbia Gerardiana* Jacq. 謝究爾大戟  
*Eurotia ceratoides* (L.) C. A. M. 优若  
*Eutassa intermedia* 白堊羊茅  
*Festuca cretacea* Czern. 溝叶羊茅  
*Festuca sulcata* Hack. 溝叶羊茅  
*Filipendula hexapetala* Gilib. 六瓣合叶子  
*Frankenia hirsuta* L. 佛蘭堪尼亞屬一種  
*Ficus L.* 榕屬  
*Fucus vesiculosus* 紅藻  
*Gelantalla punctata* Lindl. 紅藻  
*Galium valantoides* M. B.



猪殃殃屬一种

*Galium verum* L. 松叶草*Gamanthus* Bge 合花草屬*Gamanthus gamocarpus* (Moq.) Bge.

合花草屬一种

*Gentiana auriculata* Pall. 龙胆屬一种*Gentiana cruciata* L. 十字形龙胆*Gentiana paludicola* 龙胆屬一种*Geranium gymnocaulon* D.C.

老鹳草屬一种

*Geranium pratense* L. 老鹳草屬一种*Geranium robertianum* 老鹳草屬一种*Geranium sanguineum* L.

老鹳草屬一种

*Geranium silvaticum* L. 老鹳草屬一种*Geum speciosum* N. Alb.

水楊梅屬一种

*Girgensohia oppositiflora* (Pall.)*Gonal* 对叶鹽蓬屬一种

(吉尔根佐尼雅 Гиргензония)

*Glyceria aquatica* (L.) Wahlb.

甜茅屬一种 (Magnik)

*Glycyrrhiza glabra* L. 甘草屬一种*Glycyrrhiza uralensis* 甘草*Gymnocolea acutiloba**Gypsophila altissima* L. 高絲石竹*Gypsophila Raddeana* Rgl.*Halimocnemis* C.A.M. 节节鹽木屬*Halimocnemis karelini* Moq.

节节鹽木屬一种

*Halimocnemis mollissima* Bge.

节节鹽木屬一种

*Halimocnemis sclerosperma* (Pall.)

C.A.M. 节节鹽木屬一种

*Halimocnemis villosa* A. Beck.*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.B.

球果鹽地鈍鱗木

*Halogeton* C.A.M. 鹽生草屬*Halostachys caspica* (Pall.) C.A.M.

鹼穗木屬一种

*Haloxylon aphyllum* Iljin

無叶瑣瑣 (黑瑣瑣)

*Haplophyllum diversifolium*

芸香亞屬一种 (Гаплофиллум)

*Hedysarum Razoumovianum* Fisch. et

Helm. 岩黃耆屬一种

*Heleocharis palustris* (L.) R. Br.*Helianthemum guttatum* 半日花屬一种*Helianthemum nummularium* (L.)

Dunal. 半日花屬一种

*Helianthemum soongoricum* Schaenk

半日花屬一种

*Helianthemum vulgare* 半日花*Helichrysum arenarium* D.C.

蜡菊屬一种

*Hieracium amplexicaule* Bieb.

山槲蕨屬一种

*Hippuris vulgaris* L. 杉叶藻*Holachne songoricola* (Pall.) Ehrb.

紅蟲 (紅沙)

*Hylocomium proliferum* (L.) Lindb.

多育檜蘚

*Hypnium formosum* Takht.

台灣金絲桃

*Hyssopus cretaceus* Dub.

白堇斐梭甫 (唇形科)

*Iris lycotis* G. Woron. 鳶尾屬一種  
*Iris songarica* Schrenk. 鳶尾屬一種  
*Isotis ornithorhynchus* N. Busch. 蔞藍屬(大青屬)一種  
*Juncus* L. 灯心草屬  
*Juniperus* L. 檜屬  
*Juniperus communis* L. 櫻珞檜  
*Juniperus polycarpus* G. Koch. 多果檜  
*Juniperus seravschanica* Kom. 鞍檜  
*Jurinea* Cass. 芡苳草屬  
*Jurinea cretacea* Bge. 白堊芡苳草  
*Jurinea cyanoides* Rehb. 蘭芡苳草  
*Jurinea kirghizorum* Janisch. 芡苳草屬一種  
*Jurinea Litwinowii* Zing. 芡苳草屬一種  
*Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb. 鹽爪爪屬  
*Kalidium foliatum* (Pall.) Moq. 鹽爪爪屬一種  
*Kalidium Schrenkianum* Bge. 什林卡鹽爪爪  
*Kochia prostrata* (L.) Schrad. 伏地膚  
*Koeleria glauca* D. C. 灰落草  
*Koeleria sclerophylla* P. Smirn.  
*Kuhnia glutinosa*  
*Lagochilus diacanthophyllus* (Pall.) 兔唇花屬一種  
*Lagochilus platyacanthus* Rupr. 兔唇花屬一種  
*Lampyris grandiflora* M. B.  
*Lasiagrostis splendens* (Trin.) Kunth. 芨芨草  
*Ledum palustre* L. 喇叭苔

*Lepidium Meyeri* Claus 独行菜屬一種  
*Linaria cretacea* Fisch. 白堊柳穿魚  
*Lonicera* L. 忍冬屬  
*Lonicera Almanni* Rgl. et Schmalch. 忍冬屬一種  
*Lonicera arborea* Boiss. 忍冬  
*Lycium turcomanicum* Turcz. 枸杞屬一種  
*Matthiola fragrans* Bge. 紫羅蘭屬一種  
*Medicago falcata* L. 黃苜蓿  
*Miclichoferia*  
*Miclichoferia nitida*  
*Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bge. 小蓬屬一種  
*Nitraria Schoberi* L. 白刺(泡泡刺)  
*Ofaiston monandrum* (Pall.) Moq. 單花蓬屬一種(奧非斯頓)  
*Onosma simplicissimum* L. 驢臭草屬一種  
*Onosma stax uum* Ledb. 驢臭草屬一種  
*Oonopsis*  
*Oxytropis caudata* D. C. 棘豆屬一種  
*Oxytropis floribunda* (Pall.) D. C. 棘豆屬一種  
*Oxytropis Poncinsii* Franch. 棘豆屬一種  
*Oxytropis songorica* (Pall.) D. C. 棘豆屬一種  
*Oxytropis tianschanica* Bge. 棘豆屬一種  
*Paeonia anomala* L. 芍藥屬一種



*Parmelia vagans* Nyl. 梅衣屬一種

*Pedicularis sceptrum carolinum* L.

馬先蒿屬一種

*Peganum harmala* L.

駱駝蓬屬一種 (Адраспана)

*Perovskia scrophulariaefolia* Bge.

彼羅夫斯基

*Petrosimonia hirsutissima* (Bge.)

Iljin. 叉毛蓬屬一種

*Phragmites communis* Trin. 蘆葦

*Phyteuma Hemisphaericum*

*Phyteuma Scheuchzeri*

*Picea alba* Link. 白云杉

*Picridium dichotomum* Fisch. et Mey.

*Pimpinella titanophila* Wor.

茴芹屬一種

*Pistacia* L. 黃連木屬

*Pistacia vera* L. 阿月渾子

*Pisum* L. 豌豆屬

*Placodium* Hill.

*Poa* L. 早熟禾屬 (莓系屬)

*Poa bulbosa* L. 球花莓系

*Polygala hybrida* D. C. 遠志屬

*Polygala sibirica* L. 西伯利亞遠志

*Polypodium vulgare* L. 水龍骨

*Potentilla canescens* Bess 委陵菜屬一種

*Potentilla caulescens* 委陵菜屬一種

*Potentilla fruticosa* L. 委陵菜屬一種

*Potentilla opaciformis* Th. Woll.

委陵菜屬一種

*Primula farinosa* L. 報春屬一種

*Primula sachalinensis* Nokai.

報春屬一種

*Prosopis glandulosa* Torr.

牧豆草屬一種

*Prunus* L.

李屬

*Prunus chamaecerasus* Jacq. 李屬一種

*Prunus prostrata* Ldb. 侏儒櫻桃

*Psammogelon Psoroma* 普薩莫格唐

*Pyrethrum achilleifolium* M. B.

著葉鵝菊

*Pyrethrum chiliophyllum* 菊屬一種

*Pyrethrum myriophyllum* G.A.M.

菊屬一種

*Quercus fusiformis* Sargent 矮生櫟

*Quercus Hartwissiana* 哈威西亞櫟

*Quercus iberica* Stev. 西班牙櫟

*Quercus imeretina* Stev. 櫟屬一種

*Quercus texana* Sargent. 德克斯櫟

*Quercus virginiana* Mill.

維爾吉尼亞櫟

*Ranunculus* L.

毛茛屬

*Ranunculus Helenae* N. Alb.

毛茛屬一種

*Reaumuria oxiana* (Ldb.) Boiss.

列奧繆里

*Reaumuria turkestanica* Gorschk.

土爾克斯坦檉柳

*Rhamnus* L.

鼠李屬

*Rhamnus coriacea* (Rgl.) Koom. 鼠李

*Rhamnus Pallasii* Fisch. et Mey.

帕拉薩鼠李

*Rhus cotinus* L.

黃槿狀漆樹

*Rosa* L.

薔薇屬

*Rosa Eckae* Aitch

薔薇屬一種

*Sabina Sabinoides* Small.

- Salix aurita* L. 大耳柳  
*Salix myrsinites* L. 柳屬一種  
*Salix pentandra* L. 黑柳  
*Salsola* L. 豬毛菜屬  
*Salsola arbuscula* Pall. 灌木豬毛菜  
*Salsola brachiata* Pall. 豬毛菜屬一種 (土蓋-奧托)  
*Salsola brachiata* Pall. var. *hirsutissima* Iljin 豬毛菜屬一種  
*Salsola crassa* M. B. 肉質豬毛菜  
*Salsola dendroides* Pall. 豬毛菜屬一種  
*Salsola ericoides* M. B. (Карагайзы)  
*Salsola ericoides* var. *foliolosa* M. B. 豬毛菜屬一種  
*Salsola foliosa* (L.) Schrad. 复叶豬毛菜  
*Salsola gemmascens* Pall. 捷提尔 (Тегыр-俄文)  
*Salsola glauca* C. A. M. 豬毛菜屬一種  
*Salsola lanata* Pall. 多毛豬毛菜  
*Salsola laricifolia* Turcz. 落叶松叶豬毛菜  
*Salsola montana* Litw. 豬毛菜屬一種  
*Salsola Richteri* Karel. 木文明棵  
*Salsola rigida* Pall. 硬豬毛菜  
*Salsola Takhtadshianii* Iljin 豬毛菜屬一種  
*Salvia verticillata* L. 輪生鼠尾草  
*Sarothamnus purgens* 風毛菊屬一種  
*Saussurea sorocephala* 虎耳草屬一種  
*Satureia macrantha*  
*Saxifraga hirculus* L. 蘿藦屬一種  
*Scabiosa isetensis* L. 黃山蘿藦  
*Scabiosa ochroleuca* L. 蘿藦屬一種  
*Schismus arabicus* Ness.  
*Schmaltzia trilobata* Small. 蘆葦屬  
*Scirpus* L. 青叶漆姑草  
*Scleranthus annuus* L. 鴉葱屬  
*Scleranthus perennis* L. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera* L. 澳洲鴉葱  
*Scorzonera austriaca* Willd. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera Bungei* H. Krasch. et Lipsch. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera ensifolia* M. B. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera Fischeriana* H. Krasch et Lipsch. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera pusilla* Pall. 鴉葱屬一種  
*Scorzonera tau-saghyz* Boss. et Lip. 天山橡膠草  
*Scrophularia nodosa* L. 玄參屬一種  
*Scutellaria Helenae* N. Alb. 黃芩屬一種  
*Scutellaria Pontica* var. *abchasic* 黃芩屬一種  
*Secale* L. 黑麥屬  
*Secale dalmaticum* Vis. 黑麥屬一種  
*Secale Vavilovi* Grossh. 黑麥屬一種 (瓦維洛維)  
*Sedlitzia florida* 麥瓶草(繩子草)屬一種  
*Seseli glauca* M. B. 邪蒿屬一種  
*Seseli tenuifolium* Ldb. 邪蒿屬一種  
*Silene compacta* Fisch. 麥瓶草(繩子草)屬一種  
*Silene Hellmanni* Claus. 麥瓶草屬一種 (赫爾曼尼)



- Silene Marschallii* C.A.M. 馬紹尔麦瓶草  
*Silene Otites* Schm. 麦瓶草屬一种  
*Silene Parviflora* (Ehrh.) Pers 小花麦瓶草  
*Silene suffrutescens* M.B. 麦瓶草屬一种  
*Silene wolgensis* (Willd.) Bess. 麦瓶草屬一种  
*Solidago alpestris*. 一枝黃花屬一种  
*Solidago virga aurea* L. 一枝黃花  
*Sophora alopecuroides* L. 欧苦参 (苦豆子)  
*Sorghum halepense* Pers 宿根高粱 (蜀黍)  
*Souhbya Spruce* 烏克蘭針茅  
*Souhbya stillicidiorum* Lindb. 鹼蓬屬一种  
*Souhbya stillicidiorum* var. *major* Müll. 鹼蓬屬一种  
*Spartium junceum* L. 鷹爪豆  
*Spiraea crenifolia* C.A.M. 裂叶繡綫菊  
*Spiraea hypericifolia* L. 金絲桃叶狀繡綫菊  
*Spiraea media* Schmilt. 繡綫菊  
*Spiraea pilosa* Franch. 繡綫菊屬一种  
*Stachys angustifolia* M.B. 水苏屬一种  
*Stachys inflata* Benth. 水苏一种  
*Stachys leucoglossa* Boiss 水苏屬一种  
*Stachys recta* L. 直立水苏  
*Stanleya* Nutt. 芥莫屬一种  
*Statice caspia* Willd. 磯松屬一种  
*Statice Gmelini* M.B. 葛氏磯松  
*Statice suffruticosa* L. 磯松屬一种  
*Statice Suffruticosa* var. *leptophylla* Schrenk. 磯松屬一种  
*Stereodon*  
*Stipa* L. 針茅屬 (新拟名)  
*Stipa capillata* L. s. l. 針茅  
*Stipa dasyphylla* Czern. 針茅屬一种  
*Stipa Joannis* Cel. 約翰茅草  
*Stipa Lessingiana* Trin. et Rupr. 列兴茅草  
*Stipa orientalis* Trin. 东方茅草  
*Stipa ruberiformis* 針茅屬一种  
*Stipa sarcotana* Beck. 薩列普特茅草  
*Stipa Szowitsiana* Trin. 針茅屬一种  
*Stipa ucrainica* P. Smirn. 烏克蘭針茅  
*Suaeda* Forsk. 鹼蓬屬一种  
*Suaeda altissima* (L.) Pall. 鹼蓬屬一种  
*Suaeda microphylla* Pall. 小叶鹼蓬  
*Suaeda physophora* Pall. 鹼蓬屬一种 (супан)  
*Swertia* L. 獐牙菜屬  
*Tamarix* L. 檉柳屬  
*Tamarix florida* Bge 檉柳屬一种  
*Tamarix hispida* Willd. 檉柳屬一种  
*Tamarix macrocarpa* Bge. 檉柳屬一种  
*Tamarix ramosissima* Ldb. 檉柳屬一种  
*Thlaspi arvense* L. var. *calaminaria* 芥莫屬一种  
*Thlaspi rostratum* N. Busch. 芥莫屬一种





- Thymus baschkiriensis* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種  
*Thymus calcareus* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種  
*Thymus carnulosus* Vel 百里香屬一種  
*Thymus cretaceus* Kl. et D.-Sch. 白堊百里香  
*Thymus Dubjanskyi* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種 (杜布干斯基)  
*Thymus graniticus* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種  
*Thymus pseudograniticus* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種  
*Thymus rariflorus* G. Koch. 百里香屬一種  
*Thymus zhaguliensis* Kl. et D.-Sch. 百里香屬一種  
*Trapa natans* L. 四角菱  
*Trienophora bucharica* B. Fedtsch. 呆白菜屬一種  
*Trichodesma incanum* (Bge.) D. G. 紫草科屬一種  
*Trifolium alpestre* L. 高山三葉草  
*Trifolium montanum* L. 蒙丹三葉草  
*Trollius* L. 金梅草屬  
*Tunica prolifera* Scop. 款冬  
*Tussilago farfara* L. 榆  
*Ulmus crassifolia* Nutt. 興山榆  
*Ulmus scabra* Mill. 繡草屬一種  
*Valeriana calchica* Utk. 婆婆納屬一種  
*Vellozia condida* Miq. 婆婆納屬一種  
*Veronica* L. 婆婆納屬一種  
*Veronica anagallis* L. 婆婆納屬一種  
*Veronica campylopoda* Boiss. 婆婆納屬一種  
*Vicia* L. 巢菜屬 (野豌豆屬)  
*Vicia cassubica* L. 加斯必草藤  
*Viola calaminaria* 薩拉米納里阿堇菜  
*Ziziphora clinopodioides* Lam. 大葉藻  
*Zostera marina* L. 霸王屬一種  
*Zostera nana* 霸王屬一種  
*Zygophyllum eurypterum* Boiss. 霸王屬一種  
*Zygophyllum macropterum* C. A. M. 霸王屬一種  
*Zyzyphus obtusifolia*

收到日期 2002.5.28.

来源 贈

书价 1.10元

单据号

开票日期



27403

58.856

743

地植物学法在地质和水文地质调查中的应用

1956 年

借者单位

借者姓名

借出日期

还书日期

2003年7月20日

58.856

743

27403

統一書号: 15038·258

定 价: 1.10 元